

**SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA**

Azienda Unità Sanitaria Locale di Parma

Dipartimento di Sanità Pubblica



**PROVINCIA  
DI PARMA**

# **PROGETTO DI SORVEGLIANZA DEGLI EFFETTI SANITARI DIRETTI E INDIRETTI DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI (PAIP) DI PARMA – Progetto Sorveglianza Sanitaria PAIP (PSS-PAIP)**

## **CONTROLLO DELLA FILIERA AGRO-ALIMENTARE**

### **Risultato dei campionamenti 2011-2016**

#### **AUTORI:**

#### **Direttore Servizio Igiene e Sanità Pubblica**

*Dr.ssa Marella Zatelli*

#### **Responsabile scientifico**

*Dr. Maurizio Impallomeni*

#### **Collaboratori del Dipartimento di Sanità Pubblica**

*Dr.ssa Gaia Fallani*

*Dr.ssa Elisa Mariani*

*Dr.ssa Rosanna Giordano*

*Dr.ssa Alessandra Rampini*

#### **Collaboratori del Tavolo Tecnico-Scientifico**

*Servizio Sanità Pubblica Regione Emilia-Romagna*

*Università di Parma*

*CTR Ambiente-Salute, ARPAE Emilia Romagna*

*ARPAE Sezione di Parma*

*Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia-Romagna*

*Servizio Interdip.le di Epidemiologia e Comunicazione AUSL di Reggio Emilia*

**SETTEMBRE 2018**

# COMPENDIO

INTRODUZIONE. I controlli sulle filiere agro alimentari si innestano nell'ambito del progetto di sorveglianza sanitaria del Polo Ambientale Integrato di Parma (PAIP). Il progetto di sorveglianza si articola in un filone epidemiologico (prettamente incentrato sull'uomo) e un filone agro-zootecnico. La decisione di monitorare la qualità di alcuni prodotti alimentari è dovuta sia al fatto che l'alimentazione rappresenta uno dei principali mezzi di assunzione degli inquinanti organici, sia alla particolare rilevanza economica di alcuni alimenti prodotti nel territorio di Parma.

## OBIETTIVO.

- Quantificare la distribuzione di inquinanti organici e metalli in matrici agro-zootecniche raccolte sul territorio, distinguendo fra un'area maggiormente interessata dalle ricadute dell'inceneritore e un'area di controllo.
- Confrontare (quando possibile) i dati raccolti con quelli descritti per gli stessi alimenti prodotti nel resto dell'Europa
- Descrivere l'andamento temporale nelle concentrazioni di inquinanti, distinguendo fra periodo ante operam (prima dell'accensione dell'inceneritore) e periodo post operam (dopo l'accensione)
- Confrontare la concentrazione degli inquinanti presenti negli alimenti provenienti dall'area di maggior impatto con quella negli alimenti provenienti da un'area ad impatto trascurabile (di controllo)

METODI. Sono state identificate su base modellistica le aree soggette a maggior ricaduta e quelle dove la ricaduta delle emissioni può essere considerata trascurabile. Successivamente, sia nelle aree di maggiore impatto che in quelle ad impatto trascurabile sono state identificate delle aziende agro-zootecniche, nelle quali sono stati prelevati campioni di foraggio e alimenti destinati al consumo umano: la filiera zootecnica comprende fieno e latte di produzione locale mentre le matrici agronomiche consistono in campioni di cucurbitacee, pomodoro e frumento.

RISULTATI. Questo documento riassume i risultati dei campionamenti eseguiti nella fase "ante-operam" (prima dell'accensione del forno inceneritore, anni 2011-2012) e nelle successive campagne "post operam" (2013-2016). Le analisi eseguite prima dell'accensione dell'impianto hanno già permesso di accertare la non esistenza di differenze sostanziali fra area di maggior impatto e area di controllo. I campionamenti post operam hanno consentito di investigare l'esistenza di possibili variazioni nella concentrazione di inquinanti nel periodo compreso fra il 2011 e il 2016.

Nei sei anni di campionamento è stato possibile delineare un quadro essenzialmente stabile, in cui le modificazioni nella concentrazione degli analiti – quando esistenti - sono sempre di debole entità e prive di significato biologico. Inoltre, le variazioni di concentrazione osservate risultano più spesso in calo piuttosto che in aumento (es. composti organici e vanadio). I pochi trend in aumento non riguardano mai lo stesso analita e si riscontrano con la stessa frequenza sia in area di maggior impatto che in quella ad impatto trascurabile, lasciando ipotizzare che tali aumenti rientrino nelle oscillazioni casuali attribuibili ad altre sorgenti diffuse sul territorio. Nel 2015-2016 sono state rilevate pochissime differenze fra le due aree di campionamento: in questi casi la concentrazione degli analiti è risultata talvolta superiore in area di maggior impatto, talvolta in area di controllo, senza poter delineare un quadro coerente. In fine, in questo documento vengono affrontati alcuni aspetti specifici sulle fonti di variazione (i.e. assorbimento/traslocazione nelle piante destinate alla produzione di fieno) e confondimento (i.e. quantità di pioggia caduta sulle matrici agronomiche): i risultati ottenuti dovranno essere confermati dalle analisi future. L'avanzamento del progetto vede i campionamenti 2017 completati e analizzati mentre la stagione 2018 è attualmente in via di completamento.

CONCLUSIONI. Le conclusioni di questo documento non si discostano da quelle riportate nella relazione consegnata all'Amministrazione provinciale di Parma nel 2016. I cambiamenti di concentrazione descritti nel 2015-2016, come quelli osservati in precedenza, sono risultati significativi da un punto di vista statistico ma da un punto di vista biologico sono estremamente modesti e quindi sostanzialmente ininfluenti sulla qualità delle matrici che rimane invariata dopo l'accensione dell'inceneritore; inoltre il profilo tossicologico dei campioni di latte prelevati nella provincia di Parma si riconferma in linea con quello dei campioni prelevati nel resto dell'Europa e descritto da EFSA.

Le oscillazioni temporali osservate possono dipendere da molti fattori fra cui agenti meteo-climatici, cambiamenti intrinseci al territorio e anche la presenza di altre fonti di emissione, diverse dal PAIP.

## SOMMARIO

COMPENDIO.....	1
INTRODUZIONE.....	5
<b>Note generali sulle attività svolte</b> .....	5
<b>Confronto fra gruppi di campioni</b> .....	9
<b>Test statistici utilizzati</b> .....	9
CONSIDERAZIONI SU FONTI DI VARIAZIONE E DI CONFONDIMENTO .....	12
Possibili variazioni nel processo di trasferimento degli inquinanti.....	13
Possibili fattori di confondimento.....	15
RAZIONALE DEL PROGETTO DI SORVEGLIANZA .....	16
RISULTATI.....	18
MATRICI DI NATURA ZOOTECNICA .....	18
<b>LATTE DI MASSA</b> .....	18
<b>Organoclorurati (calcolo dei totali TEQ) e Metalli: concentrazioni rilevate</b> .....	18
<b>Organoclorurati: profilo tossicologico dei campioni. Contributo dei congeneri alla quantificazione dei totali TEQ-limite superiore e inferiore</b> .....	27
Organoclorurati: profilo chimico dei campioni.....	29
<b>FIENO</b> .....	31
<b>Organoclorurati (calcolo dei totali TEQ) e metalli</b> .....	32
<b>Organoclorurati: profilo chimico</b> .....	42
MATRICI DI NATURA AGRONOMICA.....	43
Considerazioni generali sugli inquinanti dosati fra il 2011 e il 2016.....	43
<b>POMODORO</b> .....	44
<b>Organoclorurati (calcolo dei totali TEQ) e metalli</b> .....	44
Organoclorurati: profilo chimico dei campioni.....	52
<b>CUCURBITACEE</b> .....	53
<b>Organoclorurati (calcolo dei totali TEQ) e metalli</b> .....	53
Organoclorurati: profilo chimico dei campioni.....	60
<b>FRUMENTO</b> .....	61
<b>Organoclorurati (calcolo dei totali TEQ) e metalli</b> .....	61
Organoclorurati: profilo chimico dei campioni.....	68
TAVOLA RIASSUNTIVA DEGLI ANALITI IN AUMENTO.....	69
SITUAZIONE DELLE PIOGGE NEGLI ANNI DI CAMPIONAMENTO DELLE MATRICI AGRONOMICHE .....	70
RIEPILOGO .....	71

ALLEGATO. Tabelle relative a media, errore standard e mediane.....	73
Nota sulla stima delle tossicità equivalenti: .....	73
Latte .....	75
Fieno.....	81
Pomodoro .....	87
Cucurbitacee .....	93
Frumento .....	99

## INTRODUZIONE

Questo documento prosegue il lavoro di raccolta ed elaborazione dati per il controllo della filiera agro-zootecnica, nell'ambito del "Progetto di sorveglianza degli effetti sanitari diretti e indiretti dell'impianto di trattamento rifiuti di Parma (PAIP)". Il controllo della filiera viene effettuato mediante il campionamento di matrici di rilevanza alimentare e/o commerciale per il territorio di Parma e potenzialmente interessate dalle ricadute delle emissioni provenienti dal Polo Ambientale Integrato. Per la parte introduttiva di questo documento si fa riferimento alle relazioni precedenti, consegnate agli Enti firmatari della Convenzione che regola il Progetto di Sorveglianza Sanitaria, nel 2014 e nel 2016<sup>1</sup>. Le note introduttive sul progetto e le metodologie adottate rimangono essenzialmente invariate e vengono riportate di seguito per completezza, corredate degli eventuali aggiornamenti.

Per facilitare la lettura di questo documento, nei paragrafi "Note generali sulle attività svolte" e "Trattamento dei dati" vengono riportate le note tecniche con allegate le mappe delle aree di campionamento aggiornate al 2016. Come già specificato le aziende e le particelle per i prelievi di matrici zootecniche (latte, fieno) rimangono sempre le stesse mentre le particelle destinate alle coltivazioni (pomodori, cucurbitacee, frumento) cambiano in concomitanza con la rotazione delle colture, pur rimanendo in un'area di ricaduta degli inquinanti sostanzialmente assimilabile.

### Note generali sulle attività svolte

L'identificazione delle aziende agro-zootecniche reclutabili nel progetto (punti 1.2 e 1.3 del Piano Operativo<sup>2</sup>) è stata operata previa individuazione del dominio territoriale interessato dalle ricadute dell'impianto PAIP (punto 1.1 del Piano). A tal fine è stato adottato il modello proposto dal Centro Tematico Regionale Ambiente e Salute ARPA Emilia Romagna (CTR Ambiente-Salute, ARPA). Sulla base dei dati meteorologici e territoriali collezionati nel periodo 2005-2010 e dei dati di emissione previsti per l'impianto di incenerimento, è stato possibile stimare l'impatto delle emissioni dell'inceneritore PAIP sia in termini di deposizione media di particolato al suolo ( $\text{ng}/\text{m}^2/\text{h}$ ), sia in termini di concentrazioni medie di particolato in atmosfera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). ARPA CTR AS ha predisposto un documento di dettaglio contenente la georeferenziazione di ogni azienda agricola e zootecnica nonché delle particelle catastali interessate specificamente dai prelievi (Allegato al Piano operativo nella versione iniziale e periodicamente aggiornato per uso interno al gruppo di coordinamento del Progetto). Relativamente ai luoghi di prelievo sono disponibili i seguenti dati.

Per le aziende:

- nome dell'azienda e del titolare
- coordinate GPS della particella
- area di collocazione dell'azienda (si distingue l'area di maggior impatto da un'area ad impatto trascurabile che funge da controllo)

Per le particelle campionate:

- distanza dal camino
- direzione rispetto al camino
- deposizione stimata delle emissioni ( $\text{ng}/\text{m}^2/\text{h}$ )

Per ciascuna azienda agricola e per ciascun sito di campionamento sono state calcolate alcune variabili geografiche utili ad inquadrare la collocazione sul territorio rispetto ad altre sorgenti di pressione ambientale, quali:

---

<sup>1</sup> [http://www.ausl.pr.it/azienda/report\\_piani\\_operativi/progetto\\_sorveglianza\\_sulla\\_filiera\\_agronomica.aspx](http://www.ausl.pr.it/azienda/report_piani_operativi/progetto_sorveglianza_sulla_filiera_agronomica.aspx)

<sup>2</sup> [http://www.ausl.pr.it/azienda/progetto\\_gruppo\\_lavoro/progetto\\_sorveglianza\\_sugli\\_effetti\\_sanitari\\_diretti.aspx](http://www.ausl.pr.it/azienda/progetto_gruppo_lavoro/progetto_sorveglianza_sugli_effetti_sanitari_diretti.aspx)

- presenza di attività industriali con autorizzazione AIA, impianti a biomasse o a rischio di incidente rilevante nelle vicinanze,
- distanza dall'autostrada e da strade a maggior traffico,
- superficie di suolo ad uso urbano residenziale o industriale nelle vicinanze

Si è scelto di non riprodurre nel presente rapporto questi dettagli informativi per ragioni di riservatezza; il documento è a disposizione di chi ne ha titolo dietro richiesta secondo le regole dell'accesso agli atti del Dipartimento di Sanità Pubblica.

Si presentano a seguire le mappe di sintesi, distinte per tipo di matrice controllata.

Per ogni tipologia di campione è stato possibile selezionare aziende con caratteristiche adatte alla sorveglianza; per i campioni agronomici, dove possibile, sono state mantenute le aziende già coinvolte nelle sessioni di campionamento precedenti. Le azioni previste ai punti da 1.4 a 1.7 del Piano Operativo (controlli, campionamenti e analisi) si sono svolte in modo analogo a quanto dettagliato nel Piano Operativo stesso.

Di seguito vengono mostrate le mappe relative ai campionamenti oggetto del presente rapporto. Come è possibile notare, non sempre è stato possibile prelevare campioni nelle stesse aree per tutte le matrici: i campioni di cucurbitacee in particolare, sono spesso difficili da reperire. In ogni caso, fino ad oggi, è stato sempre possibile mantenere una differenza opportuna fra il gradiente di esposizione delle matrici assunte come maggiormente esposte e quelle assunte come controllo. A tale proposito si precisa che nonostante nelle mappe vengano identificate delle "fasce di esposizione" (da 0 a 5 ng/m<sup>2</sup>/h, da 5 a 10 e così via...), in realtà ciascun campione è stato caratterizzato da un livello di esposizione espresso in forma numerica che varia su scala continua, evidenziando le differenze presenti fra i campioni anche in caso di piccole distanze geografiche.

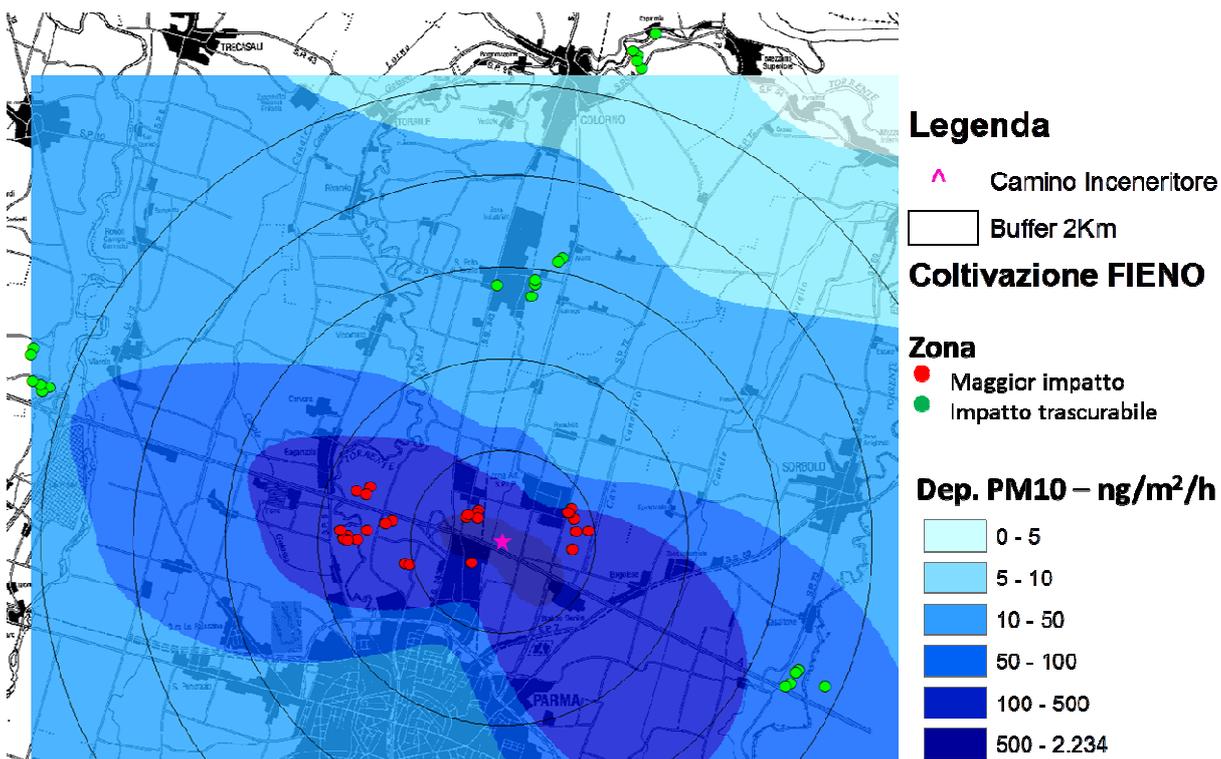


Figura 1. Localizzazione delle particelle catastali oggetto di campionamento negli anni 2011-2016 per il fieno. Per facilitare la lettura, la localizzazione delle stalle è stata omessa da questa mappa; si ricorda che la via predominante per l'assunzione degli inquinanti negli animali è considerata quella alimentare. I livelli di deposizione rappresentano il valore medio calcolato dal modello per il periodo meteo-climatico 2005-2010.

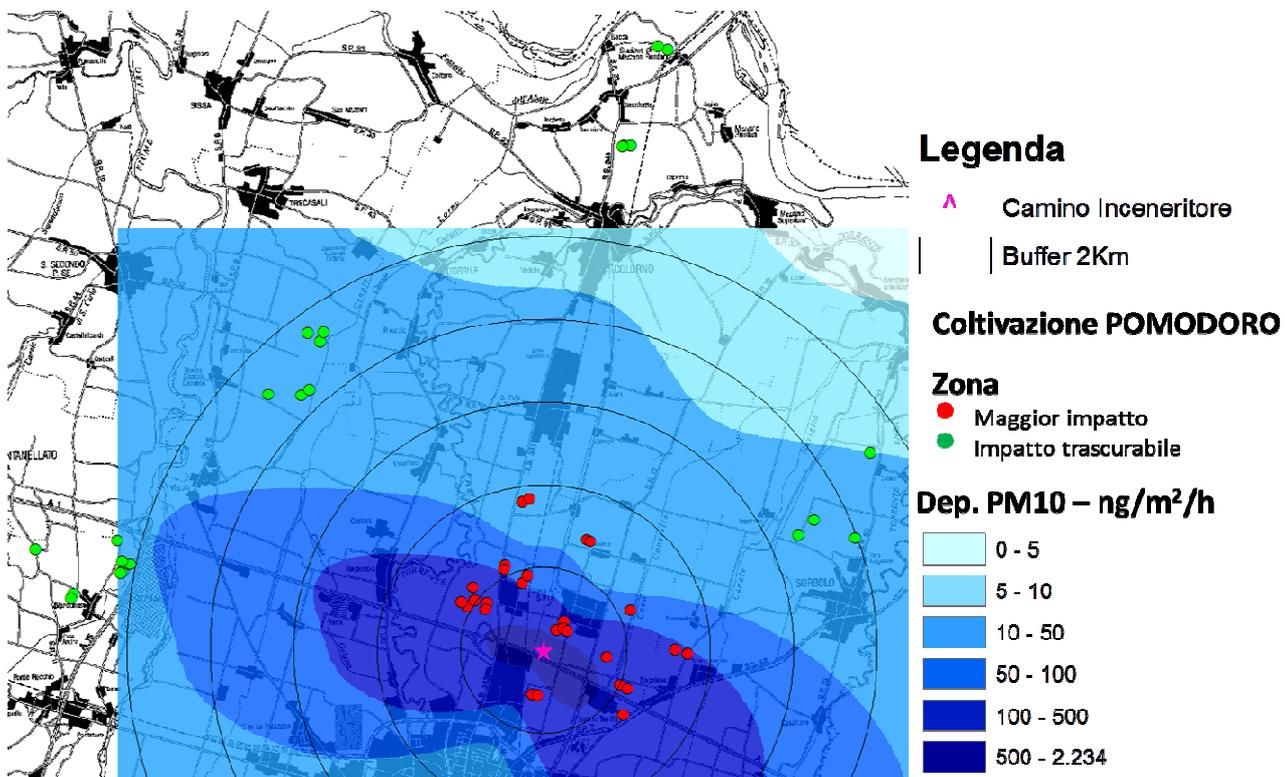


Figura 2. Localizzazione delle particelle catastali oggetto di campionamento negli anni 2011-2016 per le colture di pomodoro. I livelli di deposizione rappresentano il valore medio calcolato dal modello per il periodo meteo-climatico 2005-2010.

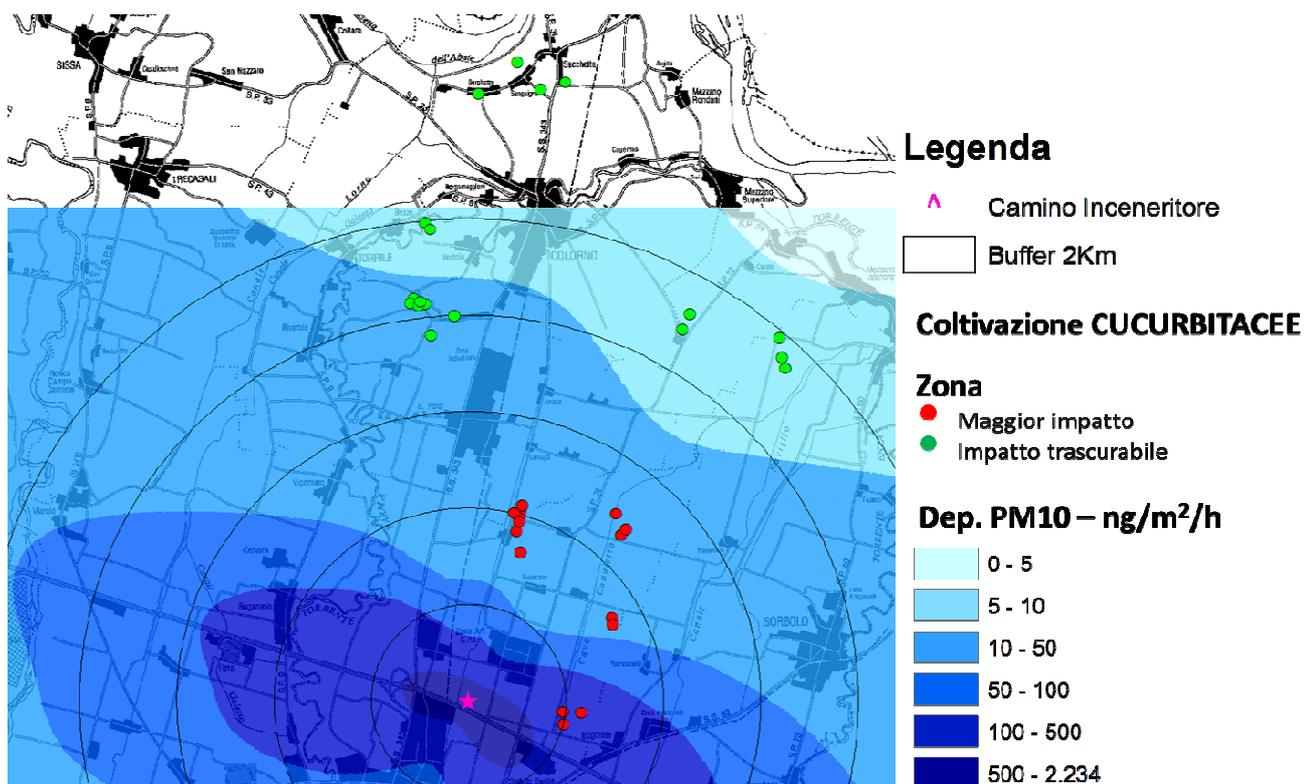


Figura 3. Localizzazione delle particelle catastali oggetto di campionamento negli anni 2011-2016 per le cucurbitacee. I livelli di deposizione rappresentano il valore medio calcolato dal modello per il periodo meteo-climatico 2005-2010.

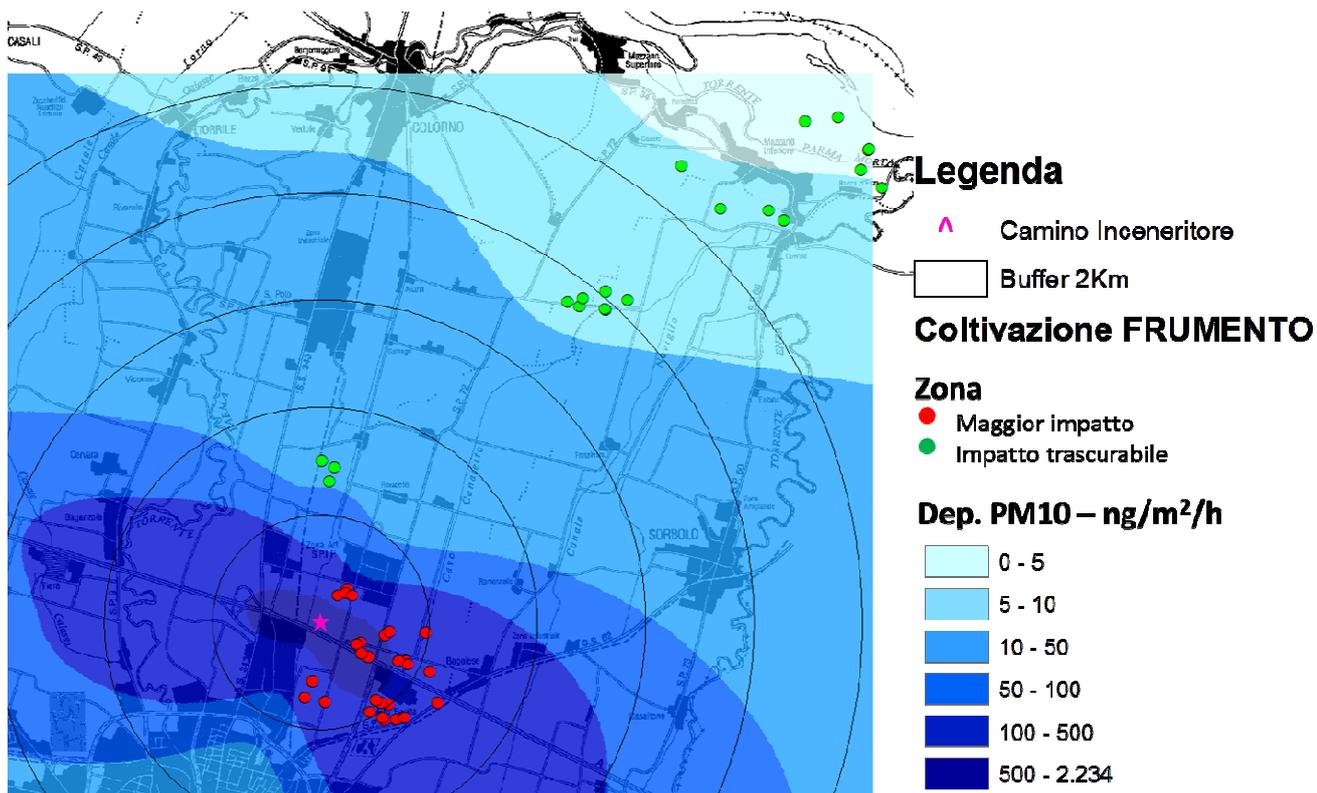


Figura 4. Localizzazione delle particelle catastali oggetto di campionamento negli anni 2011-2016 per il frumento. I livelli di deposizione rappresentano il valore medio calcolato dal modello per il periodo meteo-climatico 2005-2010.

# Trattamento dei dati

Si richiamano, per favorire la migliore interpretazione dei risultati, i criteri che hanno orientato il trattamento e l'elaborazione statistica (punto 1.9 del Piano Operativo).

## Confronto fra gruppi di campioni

- Sono stati considerati “dipendenti” i set di campioni prelevati nello stesso appezzamento di terreno (es. fieno) o nello stesso allevamento (es. bovini da latte) in sessioni successive di campionamento.
- Sono stati considerati “indipendenti” i set di campioni prelevati da aziende diverse (es. matrici prelevate in area di maggior impatto rispetto a quelle prelevate in area di controllo) durante la stessa sessione di campionamento. Inoltre, considerato che il focus del progetto riguarda la differente concentrazione di inquinanti in funzione della posizione geografica, le matrici agronomiche provenienti dagli stessi produttori, ma coltivate in appezzamenti di terreno differenti, sono state considerate comunque “indipendenti”.

NOTA BENE: dalla fase ante a quella post-operam non sono state apportate modifiche riguardanti le soglie di quantificazione strumentale (LOQ) o altri aspetti del protocollo di analisi dei campioni. Per questo motivo è possibile effettuare un confronto diretto fra le diverse campagne di campionamento (per quanto riguarda i problemi inerenti le soglie di quantificazione strumentale si rimanda al primo rapporto sul controllo della filiera agroalimentare – fase ante-operam).

## Test statistici utilizzati

Dato l'esiguo numero dei campioni per campagna di campionamento (dovuto ad un numero limitato di aziende con caratteristiche adeguate in area di maggior impatto) non si è ritenuto opportuno condurre test parametrici. Sono stati quindi utilizzati i seguenti test non parametrici, per i quali viene riportato il valore della statistica test e della probabilità p corrispondente al valore stesso (il test risulta significativo per  $p < 0.05$ ):

- test U di Mann-Whitney per due campioni indipendenti: il test è stato utilizzato per confrontare i campioni provenienti dall'area a maggior impatto con quelli provenienti dall'area ad impatto trascurabile. Indice per la statistica test: U
- test dei segni per ranghi di Wilcoxon per due campioni dipendenti: questo test è stato impiegato per confrontare i campioni di fieno prelevati nella stessa stagione in due momenti diversi dello sfalcio: primo sfalcio della stagione vs. ultimo sfalcio della stagione (sfalcio tardivo). Indice per la statistica test: Z
- test di Kruskal-Wallis per k campioni indipendenti: questo test è stato utilizzato per evidenziare eventuali differenze fra i campionamenti (es. entro le sei sessioni di prelievo del pomodoro oppure le cinque di frumento), tuttavia il Kruskal-Wallis identifica soltanto una differenza generale fra i campioni, senza fornire informazioni su quali siano i singoli prelievi significativamente diversi dagli altri. È un test utile per stabilire se esiste una fluttuazione temporale nelle concentrazioni degli analiti, senza fornire informazioni relative ad un potenziale trend. Indice per la statistica test:  $\chi^2$  (chi-quadro)
- test di Friedman per k campioni dipendenti: Questo test ha la stessa valenza del Kruskal-Wallis ma viene appunto utilizzato per i campioni dipendenti (es. confronto entro le dieci campagne di campionamento del latte). Anche il test di Friedman non fornisce informazioni relative ad un potenziale trend. Indice per la statistica test:  $\chi^2$  (chi-quadro).
- test di Page e di Jonckheere-Terpstra<sup>3</sup>: sono due test non parametrici per il trend utilizzati rispettivamente per i campioni dipendenti e indipendenti. Sono entrambi test ad una coda e sono atti a verificare se esiste un trend (in questo caso in crescita) nell'andamento delle concentrazioni degli analiti (ipotesi alternativa  $H_1$ ). Indice per la statistica test di Page: L standardizzato; indice per la statistica test di Jonckheere-Terpstra: JT standardizzato.

I confronti fra più campioni sono stati eseguiti per tutti gli analiti che hanno superato la soglia di rilevanza strumentale in almeno tre stagioni di campionamento. I test per il trend sono stati condotti per gli analiti che hanno

---

<sup>3</sup> Per le considerazioni sui risultati dei test, si veda anche il capitolo “Considerazioni su fonti di variazione e confondimento”

superato la soglia almeno due volte, ponendo i valori al di sotto della soglia di quantificazione pari alla soglia stessa (per maggiori dettagli si rimanda ai risultati). I metalli mai rinvenuti non vengono elencati nelle tabelle: per la presenza sporadica si fa riferimento alle descrizioni presenti nel testo.

Tutti i test sono stati condotti mediante il software IBM-SPSS statistics ad eccezione del test di Page e di Jonckheere-Terpstra per i quali è stato utilizzato il software statistico "R".

**Per completezza in questa relazione vengono utilizzati sia i dati ottenuti nel periodo post operam 2015-2016 che quelli già descritti nelle relazioni precedenti. Per agevolare la lettura del documento le tipologie di matrice, zootecniche (latte, fieno) e agronomiche (pomodoro, cucurbitacee, frumento), sono trattate ciascuna in un singolo paragrafo. Data la quantità di stagioni di campionamento ormai disponibili, nel capitolo dedicato ai risultati vengono riportate soltanto le tabelle che illustrano i confronti fra i campioni, mentre medie, errori standard e mediane vengono riportate in allegato alla fine del documento.**

**Il Polo Ambientale Integrato è stato avviato in esercizio provvisorio il 30 aprile 2013 e in esercizio definitivo il 30 agosto 2013. Nel periodo di esercizio provvisorio l'attività è stata intermittente.**

NOTA BENE: Per facilitare la lettura dei risultati, a seguire, si riporta sinteticamente lo **schema di presentazione** dati adottato.

DISEGNO DI INDAGINE	PRESENTAZIONE E ANALISI DEI DATI
<p><b>Organoclorurati e metalli</b>  <b>Confronto temporale <u>dati aggregati</u></b></p> <p>dati <u>aggregati</u> per area di provenienza (i.e. nessuna distinzione fra area a maggior impatto e area di controllo) e <u>stratificati</u> per campagna di campionamento</p>	<p>Tabella delle medie <math>\pm</math> es (allegato)</p> <p>Tabella delle mediane (allegato)</p> <p>Tabella dei risultati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• confronti di 3 o più campioni</li> <li>• analisi del trend (almeno due campioni sopra LOQ)</li> </ul> <p>grafici che illustrano andamenti di potenziale interesse</p>
<p><b>Organoclorurati e metalli</b>  <b>Confronto temporale area di <u>maggior impatto</u> e area ad <u>impatto trascurabile</u></b></p> <p>dati <u>stratificati</u> per area di provenienza (i.e. area a maggior impatto e area di controllo analizzate separatamente) e <u>stratificati</u> per campagna di campionamento</p>	<p>Tabella delle medie <math>\pm</math> es (allegato)</p> <p>Tabella delle mediane (allegato)</p> <p>Tabella dei risultati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• confronti di 3 o più campioni</li> <li>• analisi del trend (almeno due campioni sopra LOQ)</li> </ul> <p>grafici che illustrano andamenti di potenziale interesse</p>
<p><b>Organoclorurati e metalli</b>  <b>Confronto spaziale: area di maggior impatto vs. area di controllo</b></p> <p>per numerosità sufficienti: dati <u>stratificati</u> sia per area di provenienza che per campagna di campionamento</p>	<p>Tabella dei risultati:  area di maggior impatto vs. area di controllo</p>
<p><b>Organoclorurati</b>  <b>Profilo tossicologico</b></p> <p>dati <u>stratificati</u> per area di provenienza (i.e. area a maggior impatto e area di controllo analizzate separatamente) e <u>stratificati</u> per campagna di campionamento</p>	<p>Tabella dei contributi percentuali alla tossicità totale per ogni congenere</p> <p>Tabella di confronto fra i risultati ottenuti e i dati riportati da EFSA (disponibile solo per il latte)</p>
<p><b>Organoclorurati</b>  <b>Profilo chimico</b></p> <p>dati <u>aggregati</u> (e ove possibile anche <u>stratificati</u>) per area di provenienza e <u>stratificati</u> per campagna di campionamento</p>	<p>Tabella o grafico dei contributi percentuali al profilo chimico per ogni congenere</p> <p>Eventuali analisi di approfondimento</p>

Tabella 1. Schema di presentazione dati della sorveglianza su matrici agro-zootecniche

## CONSIDERAZIONI SU FONTI DI VARIAZIONE E DI CONFONDIMENTO

Questo paragrafo, già inserito alla fine della relazione 2014, viene adesso riportato nell'introduzione di questo documento a conferma dell'importanza rivestita dal controllo dei confondenti sull'analisi dei dati. Al termine del capitolo che descrive i risultati, viene infatti aggiunto un paragrafo dedicato alla quantità delle piogge negli anni di campionamento e alla possibile relazione fra questa e la concentrazione di inquinanti nelle matrici agronomiche.

Moltissime variabili possono modificare o interferire nel processo che porta gli inquinanti emessi dal camino dell'inceneritore fino alla deposizione/accumulo nelle matrici agro-zootecniche. Per semplicità le modificazioni che possono intercorrere nel modello sono state raggruppate in due categorie: 1) variazioni intrinseche ai fattori coinvolti nel processo di trasferimento; 2) presenza di confondenti, ovvero di altri fattori estranei all'incenerimento dei rifiuti, che possono essere correlati sia alla presenza dell'inceneritore che ai livelli di inquinamento nelle matrici.

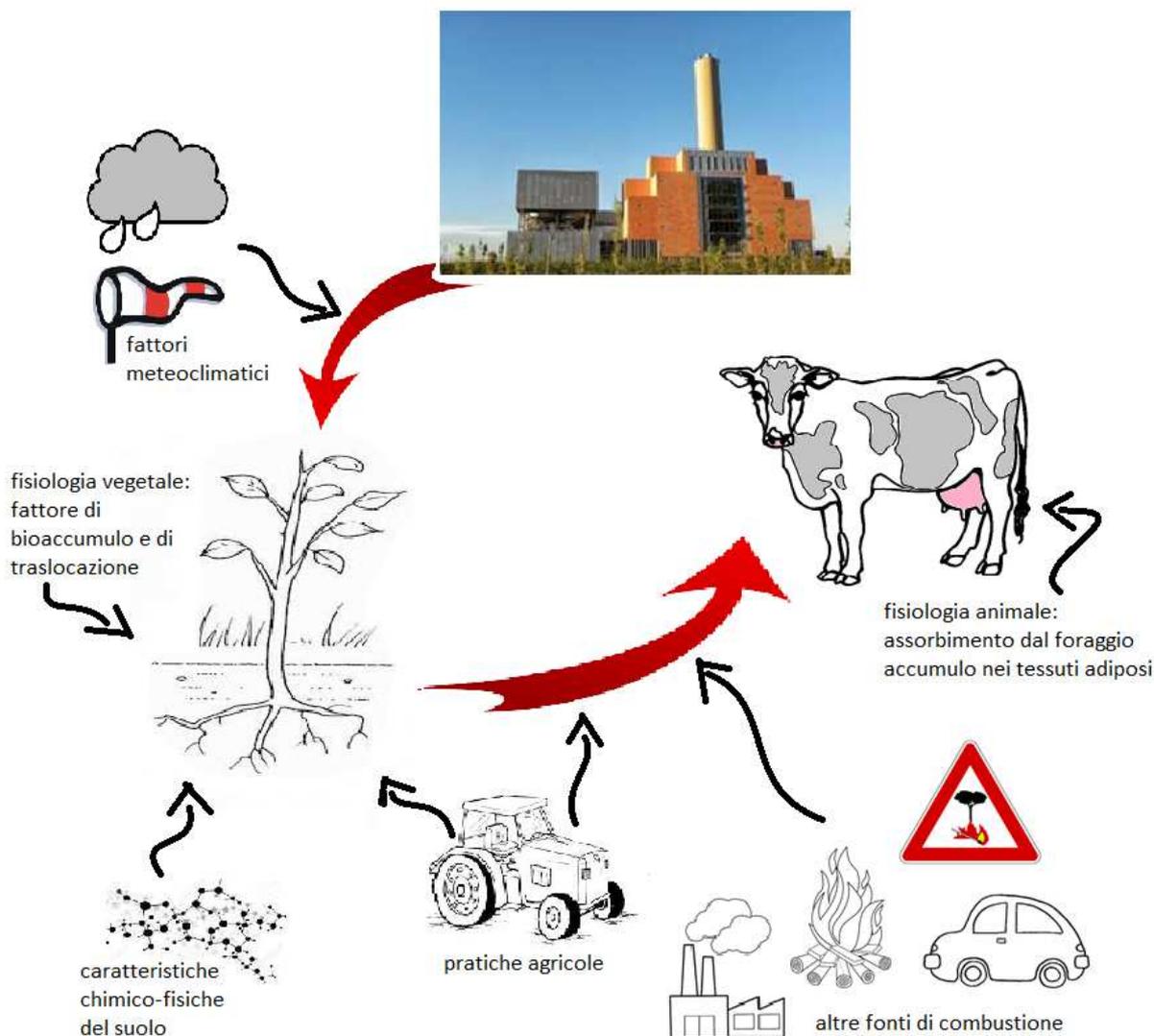


Figura 5. Schema generale del trasferimento degli inquinanti dal camino alle matrici agro-zootecniche (freccie più spesse) e possibili variazioni nel processo/confondenti (freccie sottili)

## Possibili variazioni nel processo di trasferimento degli inquinanti

### Fattori meteorologici, fisici e chimici

L'identificazione delle aree maggiormente interessate dalla ricaduta delle emissioni è stata operata mediante la messa a punto di un modello meteorologico di dispersione/deposizione del PM10<sup>4</sup>. Il modello di dispersione sulla base del quale è stato costruito il piano di sorveglianza è stato sviluppato nel 2011, prima dell'attivazione dell'inceneritore ed utilizzando dati meteorologici misurati tra il 2005 ed il 2010. Attualmente sono disponibili dati più recenti, pertanto un nuovo modello è in via di elaborazione in modo da poter garantire un aggiornamento costante degli strumenti utilizzati per le simulazioni. Ovviamente è comunque possibile che eventi considerabili rari nel nostro territorio, quali piogge particolarmente consistenti o giorni eccezionalmente ventosi, possano modificare le condizioni ambientali nel breve periodo e quindi apportare delle modifiche alla qualità delle matrici prelevate successivamente. La pioggia, per esempio, può influire sia sulla dinamica di dispersione che sulla deposizione, inoltre gli eventi piovosi possono modificare la permeabilità e l'acidità del suolo, rendendo le molecole ivi contenute più o meno disponibili all'assorbimento da parte delle piante. Le piante stesse, possono essere "dilavate" e quindi private di parte delle molecole deposte nel tempo sulla loro superficie.

### Anatomia e fisiologia degli organismi che producono le matrici alimentari

Gli organismi assorbono le sostanze in modo molto diverso a seconda della loro fisiologia: il fattore di bioconcentrazione (BCF) viene definito come il rapporto, all'equilibrio, tra la concentrazione di una sostanza tossica nell'organismo e la concentrazione della stessa sostanza nel mezzo circostante (per gli organismi acquatici il mezzo circostante è l'acqua, per gli organismi terrestri corrisponde al cibo di cui si nutrono). Nelle piante il fattore di bioconcentrazione viene definito come rapporto fra la concentrazione delle sostanze nei tessuti vegetali e la concentrazione iniziale nel suolo (Bose & Bhattacharyya 2008); inoltre vengono spesso considerati il rapporto fra concentrazione apicale e suolo, oppure quello fra concentrazione nella componente aerea della pianta e concentrazione radicale (anche detto fattore di traslocazione, Yoona et al. 2006)<sup>5</sup>. Questi parametri variano, oltre che da sostanza a sostanza (Liu et al. 2009<sup>6</sup>), anche da specie a specie.

Facendo riferimento alle specie vegetali analizzate in questo report, studi condotti da Mattina et al. (2003) hanno evidenziato come i pomodori sono caratterizzati da alti fattori di bioconcentrazione e di traslocazione per zinco e cadmio. Al contrario, le cucurbitacee mostrano alte concentrazioni di clordano (un inquinante organico usato come insetticida) soprattutto a livello radicale, ma la traslocazione alle componenti "aeree" della pianta sembra scarsa<sup>7</sup>. Un'ipotesi interessante è che le cucurbitacee rilascino acidi organici a basso peso molecolare mettendo in atto una strategia per l'acquisizione di nutrienti fondamentali, particolarmente in risposta alla mancanza di fosforo. Questo comporterebbe che, oltre a dipendere dalla specie di vegetale, i fattori di bioaccumulo potrebbero ulteriormente variare in funzione della qualità del suolo. Anche Hart et al. (1998), indagando le modalità di assorbimento e traslocazione del cadmio nelle giovani piante di frumento, hanno ipotizzato che la temperatura e la concentrazione nel suolo possano influire sui processi di assorbimento da parte delle radici. Gli autori hanno anche approfondito

---

<sup>4</sup> Si vedano le "Attività modellistiche a supporto dell'individuazione delle aree di monitoraggio per la filiera agro-alimentare", fornite a sostegno delle attività del Tavolo Tecnico Scientifico e già inserite nel piano operativo del PSS-PAIP.

<sup>5</sup> Joonki Yoona J., Cao X., Zhou Q., Maa L.Q., (2006). Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. *Science of The Total Environment*, 368 (2-3), 456–464.

<sup>6</sup> Liu, W.-X., Liu, J.-W., Wu, M.-Z., Li, Y., Zhao, Y., & Li, S.-R. (2009). Accumulation and translocation of toxic heavy metals in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) growing in agricultural soil of Zhengzhou, China. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 82(3), 343–7. doi:10.1007/s00128-008-9575-6

<sup>7</sup> Mattina M. I., Lannucci-Berger W., Musant C. & White J. C. (2003). Concurrent plant uptake of heavy metals and persistent organic pollutants from soil. *Environmental Pollution*, 124 (3), 375–378. doi:10.1016/S0269-7491(03)00060-5

alcuni aspetti relativi alla maggior tendenza all'accumulo di cadmio nei semi del grano duro: è infatti noto che nel grano, varietà diverse di cultivar accumulano i metalli pesanti in concentrazioni e in parti anatomiche diverse (Zook et al. 1970<sup>8</sup>, Harris & Taylor, 2004<sup>9</sup>). In ogni caso Bose & Bhattacharyya (2007<sup>10</sup>) hanno mostrato come le piante di grano potrebbero accumulare concentrazioni di metalli pesanti di gran lunga maggiori nelle radici rispetto a quelle accumulate negli apici. Inoltre, il fattore di bioconcentrazione indica che, col passare del tempo, i metalli pesanti possono accumularsi negli apici delle piante anche in discrete concentrazioni, ma che l'accumulo rimane sempre molto più alto negli apici che non nelle sementi. Come descritto precedentemente, le campagne di campionamento del PSS-PAIP per il grano sono cominciate nel 2012, pertanto è disponibile un solo campionamento ante operam. Tale campionamento è stato caratterizzato da una predominanza di campioni di grano tenero, contrariamente ai campionamenti post operam in cui il grano tenero costituisce il 25% dei campioni. Nonostante questo, non sono state rilevate differenze fra ante operam e post operam. In futuro si tenterà comunque di mantenere bilanciato il numero delle diverse varietà entro le campagne di campionamento ed entro le due aree in studio (maggior impatto/controllo).

In riferimento alle matrici zootecniche, ricordiamo che la maggior parte di campioni vegetali prelevati sono costituiti da erba medica (*Medicago sativa*). Uno studio recente ha mostrato che *Medicago sativa* possiede un alto fattore di bioaccumulo per alcuni metalli quali zinco, alluminio e ferro nonché un alto fattore di traslocazione per zinco, rame e piombo (Al-Rashdi & Sulaiman, 2013<sup>11</sup>). Non è però chiaro come questi metalli possano essere successivamente assorbiti dall'organismo animale e come possano eventualmente essere riversati nel latte. È noto che le matrici ad alta componente lipidica possono accumulare inquinanti organici lipofili, che si raccolgono nei tessuti e possono venire successivamente rintracciati nel latte e nell'adipe: la concentrazione di inquinanti nel latte di massa (insieme del latte prodotto da tutti gli animali nella stalla) potrebbe variare discretamente in funzione della condizione degli animali (i.e. percentuale di massa grassa, età media etc.) nonché del numero di primipare. Non bisogna inoltre dimenticare che, successivamente alla messa al bando di molti pesticidi, la concentrazione ambientale di organoclorurati è andata calando nel tempo: l'analisi di cibi conservati nelle diverse decadi del ventesimo secolo ha infatti mostrato che le concentrazioni di diossine e furani nelle carni animali e nei prodotti caseari è diminuita di due o tre volte passando dal 1950-70 all'inizio del 2000 (Winters et al 1998<sup>12</sup>, Alyward and Hays 2002<sup>13</sup>). Effettivamente anche in questo report si nota come la concentrazione di diossine e furani nel latte segue un trend in diminuzione. Sebbene non sia possibile escludere che la diminuzione nei campioni di latte qui descritta rientri nel decremento generale osservato a livello internazionale, è però importante sottolineare che i campioni considerati in questo progetto sono stati raccolti in un arco temporale molto breve (dall'inizio del 2012 al 2016) pertanto la diminuzione osservata, potrebbe essere legata più ad un miglioramento della gestione del territorio a livello locale che non ad una modificazione progressiva a livello planetario. Inoltre, come già accennato, è possibile che le condizioni

---

<sup>8</sup> Zook E.G., Greene F.E., Morris E.R. (1970). Nutrient composition of selected wheats and wheat products. VI. Distribution of manganese, copper, nickel, zinc, magnesium, lead, tin, cadmium, chromium and selenium as determined by atomic absorption spectroscopy and colorimetry. *Cereal Chem.* 47,720-731.

<sup>9</sup> Harris, N. S., & Taylor, G. J. (2004). Cadmium uptake and translocation in seedlings of near isogenic lines of durum wheat that differ in grain cadmium accumulation, 12, 1–12.

<sup>10</sup> Bose S., & Bhattacharyya A. K. (2008). Heavy metal accumulation in wheat plant grown in soil amended with industrial sludge. *Chemosphere*, 70(7), 1264–72.  
doi:10.1016/j.chemosphere.2007.07.062

<sup>11</sup> Al-Rashdi, T. T., & Sulaiman, H. (2013). Bioconcentration of Heavy Metals in Alfalfa (*Medicago sativa*) from Farm Soils around Sohar Industrial Area in Oman. *APCBEE Procedia*, 5, 271–278.  
doi:10.1016/j.apcbee.2013.05.047

<sup>12</sup> Winters D.L., Anderson S., Lorber M., Ferrario J., Byrne C. (1998). Trends in Dioxin and PCB concentrations in meat samples from several decades of the 20th century. *Organohalogen Compd.*, 38, 75-78.

<sup>13</sup> Alyward L.L. & Hays S.M., (2002). Temporal trends in human TCDD body burden: decreases over three decades and implications for exposure levels. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 12, 319-328.

climatiche negli anni 2012-16 abbiano influito sulla dispersione in atmosfera e sulla deposizione degli inquinanti nel nostro territorio (sebbene le analisi sui foraggi non abbiano corroborato –almeno per il momento- questa teoria).

## **Possibili fattori di confondimento**

L'inceneritore di Parma non è ovviamente l'unico impianto di combustione presente nella zona: i fenomeni di combustione possono essere causati dalle attività antropiche ma anche da eventi naturali, pertanto non sono sempre prevedibili e quantificabili.

### **Emissioni domestiche, agricole e naturali**

Da tempo è ormai noto che fonti di combustione non puntiformi, come ad esempio i fuochi domestici nei campi e nei cortili, producono una frazione significativa e continua di diossine e furani (USEPA 2000<sup>14</sup>). Per questo motivo i tecnici incaricati del prelievo delle matrici eseguono vari sopralluoghi così da accertarsi dell'assenza di nuclei di combustione nelle vicinanze dei punti di raccolta. Se è relativamente possibile escludere l'influenza di combustioni domestiche sui campioni, esistono altre fonti di combustione spesso naturali (es. piccoli incendi nel periodo estivo) molto più difficili da monitorare. Inoltre, altre attività domestiche e agricole comportano spesso pratiche che potrebbero tradursi in fonti di inquinamento aggiuntive rispetto all'inceneritore.

### **Emissioni industriali e veicolari**

Il Polo Ambientale Integrato di Parma è sorto in un'area già sede di varie attività antropiche, pertanto la zona è interessata da una varietà di emissioni non sempre semplici da identificare. Inoltre, la presenza di una zona industriale comporta inevitabilmente un aumento del traffico veicolare da/verso le sedi di produzione. Il polo ambientale stesso è poi servito da una rete di veicoli che trasportano i rifiuti confluenti dalle varie zone di raccolta. Fra l'area industriale e quella urbana scorrono la tangenziale di Parma e l'autostrada A1, in cui i flussi di traffico possono variare nell'arco dell'anno. Le emissioni dei veicoli sono inoltre soggette ad una variazione continua nel tempo a seguito del rinnovamento del parco auto ed al miglioramento progressivo delle tecnologie.

Concludendo, le variazioni ambientali unite alla presenza di fattori di confondimento possono mescolarsi, in certe condizioni, con l'effetto dell'attività dell'inceneritore in stato di regime ordinario. Si rammenta però che il primo scopo del monitoraggio –in una logica di sorveglianza- è quello di rilevare eventuali aumenti nelle concentrazioni di inquinanti nel lungo periodo<sup>15</sup>. Infatti, secondo quanto riportato nella VIA (Valutazione di Impatto Ambientale) e nella VIS (Valutazione di Impatto sulla Salute), le emissioni dell'inceneritore, in condizioni normali, non dovrebbero determinare modificazioni sostanziali nella qualità delle matrici agro-zootecniche; tali modificazioni, se esistenti, non dovrebbero pertanto spiccare rispetto al "rumore di fondo" costituito dall'ambiente antropizzato e dalle variazioni meteo-climatiche. Inoltre, è necessario ricordare che spesso le variazioni di concentrazione degli inquinanti, seppur significative da un punto di vista statistico, sono troppo esigue per risultare rilevanti da un punto di vista biologico.

---

<sup>14</sup> United States Environmental Protection Agency (USEPA) (2000). Exposure and human health reassessment of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin and related compounds. Draft final. Washington, DC: national center for environmental assessment, U.S. Environmental Protection Agency. EPA/600/P-00/001Be.

<sup>15</sup> Definizione di Sorveglianza Epidemiologica (OMS, 1997): sistema finalizzato a raccogliere, aggregare, analizzare i dati sanitari e a trasmettere l'informazione a coloro che promuovono interventi di sanità pubblica o hanno bisogno della verifica dell'efficacia dei programmi intrapresi (WHO Recommended surveillance standards, [http://www.who.int/csr/resources/publications/surveillance/WHO\\_CDS\\_CSR\\_ISR\\_\)\)\\_](http://www.who.int/csr/resources/publications/surveillance/WHO_CDS_CSR_ISR_))_) \_EN/en/)

# RAZIONALE DEL PROGETTO DI SORVEGLIANZA

Alla luce dei report precedenti e del piano operativo del progetto, si ritiene importante ribadire che gli analiti ricercati nelle matrici agro-zootecniche sono numerosi e soltanto alcuni sono da considerarsi indicativi di attività di combustione e/o incenerimento.

Ad esempio, gli inquinanti organo-clorurati, possono essere immessi nell'ambiente tramite l'incenerimento di rifiuti, ma sono anche conseguenza di incendi boschivi e di fenomeni ricollegabili a combustioni accidentali e altre attività antropiche<sup>16</sup>.

Per ciò che riguarda i metalli, il decreto ministeriale 133 del 2005 identifica tallio, cadmio e mercurio quali metalli da sottoporre a specifico monitoraggio delle emissioni da incenerimento. Inoltre, il Regolamento UE 1881/2006 e s.m.i. stabiliscono i tenori massimi consentiti per piombo, cadmio, mercurio e arsenico (ma soltanto in alcune matrici alimentari)<sup>17</sup>.

Nelle analisi delle matrici agro-zootecniche si è deciso di ricercare un ampio spettro di composti/elementi nell'ottica di fornire un quadro il più dettagliato possibile della qualità delle matrici considerate. Per questo motivo, oltre agli inquinanti sopra menzionati, sono stati inclusi molti metalli che non sono assolutamente tossici per l'uomo a meno che non siano assunti in altissime quantità: infatti ferro, zinco, rame, cobalto (tossico allo stato ionico, assunto solo tramite vitamina B12), iodio, fluoro, manganese, molibdeno e selenio sono oligoelementi essenziali all'organismo seppur in minime quantità<sup>18</sup>.

Scopo della sorveglianza sanitaria sulle matrici agro-zootecniche è quello di investigare l'eventuale presenza di andamenti anomali nelle concentrazioni degli inquinanti e saggiare l'esistenza di possibili aumenti di tali molecole nel tempo, passando dal periodo precedente all'accensione del PAIP (2011-2012) al periodo post operam, in cui l'impianto è passato da una fase di esercizio provvisorio (2013) a quella di esercizio continuativo di marcia controllata (2014-2016). Alla luce delle considerazioni sopra riportate, è necessario attribuire un valore diverso alle variazioni temporali a seconda che queste riguardino:

- 1) i metalli identificati per il monitoraggio delle emissioni da incenerimento (tallio, cadmio e mercurio),
- 2) altri inquinanti potenzialmente derivanti da combustione e/o normati dai regolamenti europei (organoclorurati, piombo),
- 3) altri metalli normalmente presenti nel suolo e rinvenibili nelle matrici agro-zootecniche (alluminio, vanadio, antimonio, uranio<sup>19</sup>, nichel, cromo)
- 4) oligoelementi indicativi della qualità delle matrici alimentari (es. ferro, zinco, rame, cobalto, iodio, fluoro, manganese, molibdeno, selenio)

---

<sup>16</sup> Augusto S., Pinho P., Branquinho C., Pereira M.J., Soares A., Catarino F., 2004. Atmospheric diols and furan deposition in relation to land-use and other pollutants: a survey with lichens. *Journal of atmospheric chemistry*, 49: 53-65.

<sup>17</sup> Per maggiori approfondimenti si rimanda al Piano Operativo del PROGETTO DI SORVEGLIANZA DEGLI EFFETTI SANITARI DIRETTI E INDIRETTI DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI (PAIP) DI PARMA pubblicato nel sito di AUSL Parma e ai regolamenti:

Reg UE 1881/2006, aggiornato a:

Reg(UE) 1259/2011 per PCB

Reg(UE) 420/2011 per IPA e metalli pesanti

Racc(UE) 516/2011 per Diossine (inserimento dei livelli di azione)

<sup>18</sup> <http://www.epicentro.iss.it/problemi/sali/oligoelementi.asp>

<sup>19</sup> Ravagnani D., 1974. I giacimenti uraniferi italiani e i loro minerali. Gruppo Mineralogico Lombardo.

In caso le emissioni del PAIP dovessero rappresentare un'aggiunta rispetto al "rumore di fondo" rappresentato dall'inquinamento generalizzato nella Pianura Padana, tale fenomeno dovrebbe tradursi prima di tutto nell'innalzamento della concentrazione degli elementi/composti rientranti nel primo e nel secondo gruppo sopra elencati e dovrebbe interessare vari di questi analiti contemporaneamente. Inoltre, per essere indicativo della presenza di una fonte di inquinamento aggiuntiva come l'inceneritore, l'aumento nel tempo di una o più sostanze dovrebbe verificarsi in più matrici e soltanto in area di maggior impatto.

Nelle relazioni successive, che comprenderanno anche i dati raccolti dal 2017 in poi, un ulteriore approfondimento verrà condotto per quegli elementi/composti risultati in aumento nell'area di maggior impatto, in modo da poter stabilire se tale andamento è da considerarsi effettivamente diverso rispetto a quanto osservato in area di controllo. L'approfondimento verrà eseguito mediante la tecnica "Difference in Difference"<sup>20</sup>, tale tecnica è stata sviluppata in economia per investigare gli effetti causali di un intervento/politica su una determinata popolazione, ma viene ormai applicato propriamente anche ad altri ambiti (fra cui quello sanitario). La stima difference-in-difference valuta l'effetto di un "trattamento" (o anche di un evento) su un gruppo di soggetti, relativamente a un secondo gruppo di soggetti non esposti. I due gruppi vengono osservati in due periodi, uno precedente e uno successivo al trattamento<sup>21</sup>.

---

<sup>20</sup> Imbens, Guido W. and Jeffrey M. Wooldridge. 2009. Recent developments in the econometrics of program evaluation. *Journal of Economic Literature* 47, no. 1: 5-86.

<sup>21</sup> ISTAT, rapporto annuale 2016. I modelli Difference-in-difference per la valutazione degli effetti da contribuzione sulla domanda di lavoro delle imprese

# RISULTATI

## MATRICI DI NATURA ZOOTECNICA

### LATTE DI MASSA

In ogni campagna di campionamento sono stati analizzati due gruppi di campioni provenienti dalle cisterne di raccolta quotidiana del latte, prodotto da tutti gli animali della stalla (latte di massa):

- a. Latte proveniente da 4 diverse aziende ubicate in area di maggiore impatto
- b. Latte proveniente da 4 diverse aziende collocate in area di controllo

Ad oggi il campionamento è stato ripetuto due volte all'anno per cinque anni, raccogliendo 3 set di matrici in fase ante-operam e 7 in fase post-operam, per un totale di 80 campioni di latte di massa.

### **Organoclorurati (calcolo dei totali TEQ) e Metalli: concentrazioni rilevate**

Lo scopo della raccolta ed elaborazione dei dati è quello di investigare eventuali differenze fra i campioni prelevati in tempi e luoghi diversi. Di seguito vengono riportati separatamente i confronti temporali e quelli spaziali.

### **Confronto temporale (dati non stratificati per area di provenienza)**

In questa prima serie di analisi si vuole indagare l'esistenza di possibili variazioni temporali per le concentrazioni di inquinanti: tali variazioni possono essere in parte dovute all'attività del forno inceneritore, ma possono essere determinate anche da fattori ambientali presenti sul territorio e difficilmente identificabili. Per questo motivo, prima di analizzare i campioni distinguendoli per area di provenienza (i.e. area di maggior impatto vs. area di controllo) è stata condotta una prima batteria di test mantenendo i campioni aggregati (numero totale di campioni analizzati per singola sessione di campionamento:  $n=8$ ).

Dato il numero ormai piuttosto elevato di campionamenti si è deciso di riportare le tabelle relative a media, errore standard e mediana nell'allegato alla fine della relazione. Nell'allegato vengono anche riassunte le metodologie per il calcolo dei valori tossicologici equivalenti (totali TEQ).

Trattandosi di più di due osservazioni ripetute nel tempo, per il confronto fra le diverse sessioni di campionamento sono stati applicati il Test di Friedmann e quello di Page. I due test statistici utilizzati verificano l'accettabilità di ipotesi differenti: il test di Friedman è atto ad identificare una generale differenza fra gruppi e quindi è utile per stimare la presenza di oscillazioni temporali nelle concentrazioni, senza però aggiungere nessuna informazione riguardo la "direzione" in cui le variazioni si muovono. Il test di Page al contrario è un test ad una coda che non rileva le variazioni in una serie ripetuta di misure a meno che queste non seguano un trend temporale ascendente o discendente da specificarsi nell'ipotesi iniziale. Nel caso specifico l'ipotesi da testare ( $H_1$ ) è quella che dopo l'accensione del PAIP la concentrazione degli analiti possa essere aumentata progressivamente.

È capitato che in alcune sessioni di campionamento le concentrazioni di determinati composti/elementi siano sempre risultate al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ). Poiché il test di Friedman non tiene conto della "direzione" nelle variazioni fra campionamenti, è possibile confrontare fra loro anche solo quelle sessioni con valori al di sopra dei LOQ. Una valutazione differente è invece da farsi per il test di Page: poiché questo test viene qui utilizzato per investigare l'eventuale presenza di un aumento temporale, non è possibile escludere dall'analisi i campioni che non hanno raggiunto il LOQ, in quanto il mancato raggiungimento costituisce un'informazione fondamentale nello studio di un trend, particolarmente quando i campionamenti al di sotto dei LOQ sono intervallati a sessioni con campioni caratterizzati da concentrazioni quantificabili. Per questo motivo, nel test di Page sono stati sempre inseriti tutti i campioni disponibili, attribuendo alle concentrazioni inferiori ai LOQ il valore dei LOQ stessi. Il test di Friedman è stato invece condotto solo nei casi in cui si è reso possibile un confronto fra almeno tre campagne di campionamento (i.e. almeno tre campagne con valori superiori ai LOQ).

	Campagne con valori >LOQ	$\chi^2$	p	L. st.	p
PCDD/Fs lim. sup.	10	43.43	<0.001	-2.79	1
DL-PCBs lim. sup.	10	23.43	0.005	-4.13	1
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	10	29.81	<0.001	-4.71	1
PCDD/Fs lim. int.	10	29.81	<0.001	-3.79	1
DL-PCBs lim. int.	10	29.81	<0.001	-4.81	1
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	10	38.95	<0.001	-5.49	1
PCDD/Fs lim. inf.	10	38.95	<0.001	-4.23	1
DL-PCBs lim. inf.	10	29.40	0.001	-4.76	1
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	10	39.46	<0.001	-5.42	1
NDL-PCBs lim. sup.	9	24.99	0.002	-3.26	1
NDL-PCBs lim. int.	9	25.43	0.001	-3.83	1
NDL-PCBs lim. inf.	9	25.43	0.001	-3.83	1
Al	6	6.22	0.285	-0.59	0.72
V	6	23.39	<0.001	-4.5	1
Fe	10	23.39	<0.001	-3.06	1
Cu	10	25.65	0.002	-1.51	0.93
Se	10	18.95	0.026	-1.95	0.97
Mo	10	18.95	0.014	-1.96	0.98
Sb	3	2.96	0.228	-1.97	0.98
Pb	4	8.83	0.032	-1.14	0.87
Cr	10	57.89	<0.001	-6.02	1
Ni	8	23.74	0.001	-3.73	1
Mn	10	29.21	0.001	-3.89	1
Zn	10	20.94	0.013	0.12	0.45

Tabella 2. Risultati del test di Friedman (confronto di n campioni dipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Page (test per il trend- L e p)

Nel report precedente è stata sottolineata una differenza fra campionamenti per quanto riguarda Diossine e Furani (PCDD/Fs) con media e mediana più alte nel secondo e nel terzo campionamento (fase ante operam, con l'impianto di incenerimento non ancora in esercizio). L'aggiunta dei campionamenti 2015 e 2016 ha permesso di confermare la presenza di differenze fra campioni relative a diossine, furani e poli-cloro-bifenili diossina-simili (DL-PCB) escludendo tuttavia l'esistenza di un aumento nel tempo. Al contrario, nelle Figure 7 e 8 si osserva una certa diminuzione delle concentrazioni di organoclorurati con i PCB non diossina simili (NDL-PCB) non quantificabili nell'ultima campagna (i campionamenti con valori di concentrazione sempre al di sotto dei LOQ vengono identificati nel grafico con un cerchietto rosso). I grafici riportano, nel caso in cui sia fissato, il tenore massimo consentito per l'analita nei campioni di latte destinati ad uso alimentare<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> Per semplicità il grafico riporta i valori di media  $\pm$  es tuttavia, trattandosi di test non parametrici si consiglia di consultare anche le tabelle relative ai valori mediani riportate in allegato.

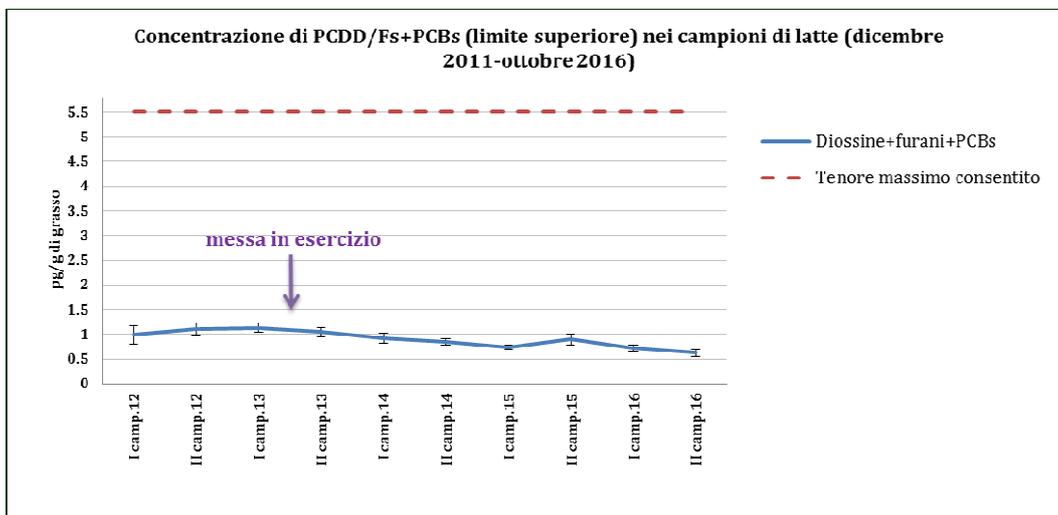


Figura 6. Concentrazione di diossine, furani e PCB diossina-simili nei campioni di latte (dati in forma aggregata). I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

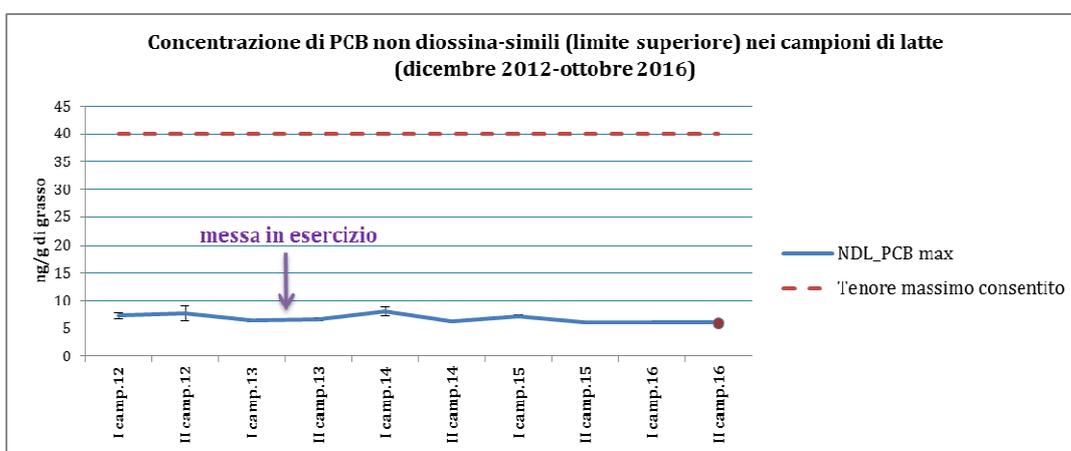


Figura 7. Concentrazione di PCB non diossina-simili nei campioni di latte (dati in forma aggregata). I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

Un certo calo temporale è verificabile anche per alcuni metalli come evidenziano le figure 9, 10, 11.

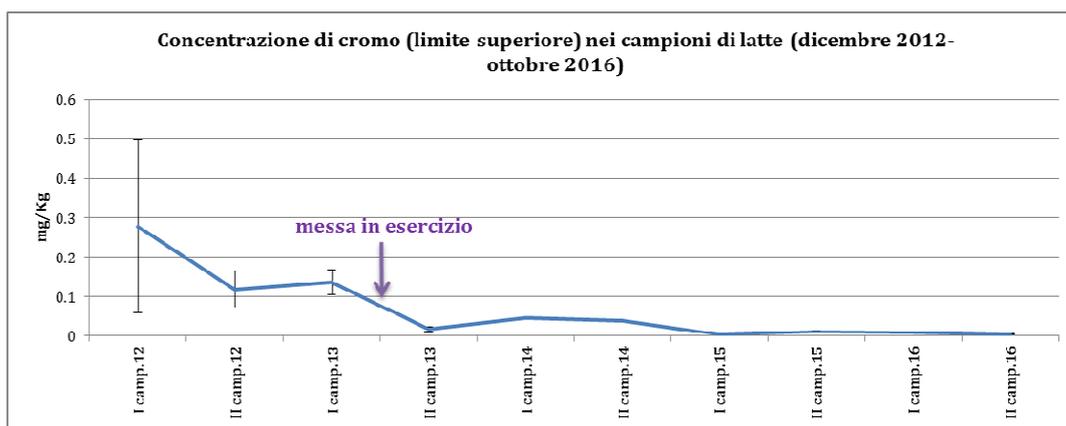


Figura 8. Concentrazione di cromo nei campioni di latte (dati in forma aggregata). I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

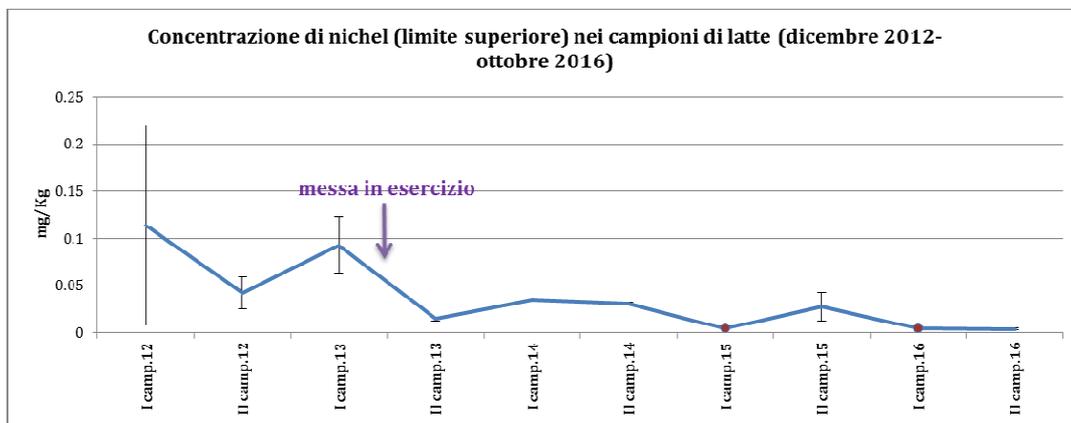


Figura 9. Concentrazione di nichel nei campioni di latte (dati in forma aggregata). I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

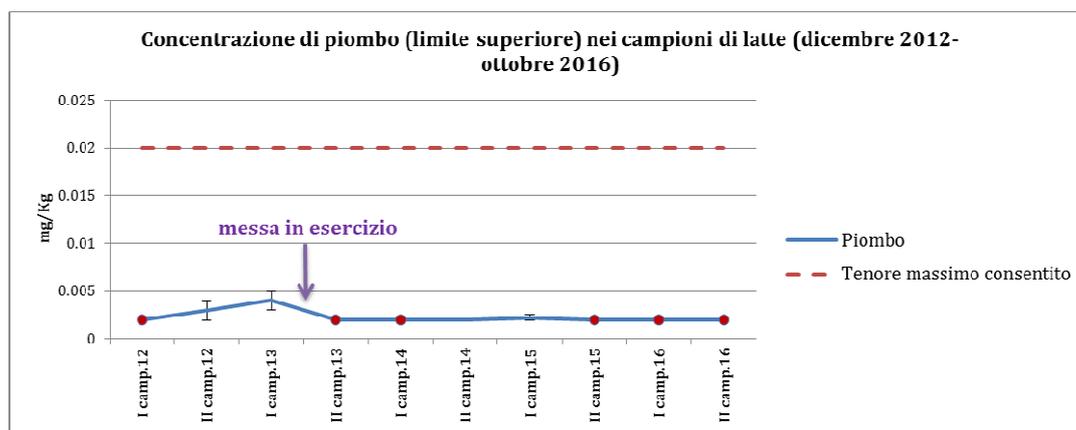


Figura 10. Concentrazione di piombo nei campioni di latte (dati in forma aggregata). I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

In sintesi, l'utilizzo congiunto del test di Friedman e del test di Page ha permesso di evidenziare che esistono delle oscillazioni temporali entro le dieci sessioni di campionamento, ma che queste non presentano mai un trend ascendente.

## Confronto temporale (dati stratificati per area di provenienza)

L'obiettivo di questo paragrafo è quello di verificare se le stesse differenze temporali osservate nei dati in forma aggregata permangono anche separando i campioni prelevati in area di maggior impatto da quelli prelevati in area di controllo. Ovviamente i test statistici risentono del calo nella numerosità campionaria e quindi perdono inevitabilmente potenza tuttavia, le differenze temporali riscontrate considerando i dati in forma aggregata si riconfermano parzialmente anche stratificando in funzione della zona di prelievo.

### Area di maggior impatto

	Campioni con valori >LOQ	$\chi^2$	p	L st.	p
PCDD/Fs lim. sup.	10	25.11	0.003	-1.51	0.93
DL-PCBs lim. sup.	10	14.73	0.099	-2.67	1
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	10	19.96	0.018	-3.13	1
PCDD/Fs lim. int.	10	29.33	0.001	-2.73	1
DL-PCBs lim. int.	10	19.09	0.024	-3.76	1
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	10	23.62	0.005	-4.13	1
PCDD/Fs lim. inf.	10	27.22	0.001	-3.17	1
DL-PCBs lim. inf.	10	19.09	0.024	-3.76	1
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	10	24.60	0.003	-4.18	1
NDL-PCBs lim. sup.	8	10.99	0.139	-2.59	1
NDL-PCBs lim. int.	8	10.65	0.155	-2.67	1
NDL-PCBs lim. inf.	8	10.65	0.155	-2.67	1
Al	4	1.50	0.682	-0.05	0.52
V	6	14.53	0.013	-2.8	1
Fe	9	16.00	0.042	-1.84	0.97
Cu	9	8.81	0.358	-2.08	0.98
Se	10	12.23	0.201	-1.56	0.94
Mo	10	12.80	0.172	-1.37	0.92
Sb	3	0.80	0.670	-1.01	0.84
Pb	2	–	–	-0.44	0.67
Cr	8	18.25	0.011	-4.17	1
Ni	7	15.14	0.030	-2.24	0.99
Mn	10	15.66	0.074	-2.36	0.99
Zn	10	14.89	0.094	-0.05	0.52

Tabella 3. Risultati del test di Friedman (confronto di n campioni dipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Page (per il trend- L e p) per i campioni di pomodoro. Area a maggior impatto

## Area di controllo (impatto trascurabile)

	Campioni con valori >LOQ	$\chi^2$	p	L st.	p
PCDD/Fs lim. sup.	10	20.69	0.014	-2.44	0.99
DL-PCBs lim. sup.	10	17.07	0.048	-3.16	1
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	10	17.89	0.036	-3.53	1
PCDD/Fs lim. int.	10	21.49	0.011	-2.64	1
DL-PCBs lim. int.	10	15.93	0.068	-3.04	1
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	10	19.25	0.010	-3.64	1
PCDD/Fs lim. inf.	10	21.78	0.010	-2.8	1
DL-PCBs lim. inf.	10	15.60	0.076	-2.98	1
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	10	18.49	0.098	-3.49	1
NDL-PCBs lim. sup.	9	13.41	0.098	-2.02	0.98
NDL-PCBs lim. int.	9	14.13	0.078	-2.11	0.98
NDL-PCBs lim. inf.	9	14.13	0.078	-2.11	0.98
Al	5	3.06	0.548	-0.78	0.78
V	6	12.32	0.031	-3.56	1
Fe	10	23.64	0.005	-2.49	0.99
Cu	10	14.27	0.113	-0.05	0.52
Se	10	11.15	0.266	-1.19	0.88
Mo	10	15.23	0.085	-1.4	0.92
Sb	3	2.53	0.282	-1.78	0.96
Pb	3	3.00	0.223	-1.18	0.88
Cr	10	30.59	0.000	-4.35	1
Ni	8	11.03	0.137	-3.04	1
Mn	10	17.24	0.045	-3.14	1
Zn	10	12.26	0.199	0.22	0.41

Tabella 4. Risultati del test di Friedman (confronto di n campioni dipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Page (per il trend- L e p). Area di controllo.

### Confronto fra gli andamenti temporali

È interessante notare che i grafici mostrano aspetti diversi per area di maggior impatto e area di impatto trascurabile, in funzione della molecola/elemento analizzato. L'area di maggior impatto mostra una maggior variabilità per quanto riguarda l'andamento della somma di diossine, furani e DL-PCB, ma è caratterizzata da valori più stabili nel tempo sia per quanto riguarda gli NDL-PCB che per quanto riguarda i metalli già descritti nei grafici dei dati in forma aggregata. In ogni caso, le variazioni sono minime, soprattutto alla luce delle concentrazioni massime consentite per gli alimenti, quando disponibili (si vedano i grafici per PCDD/Fs+PCB, NDL-PCB e piombo).

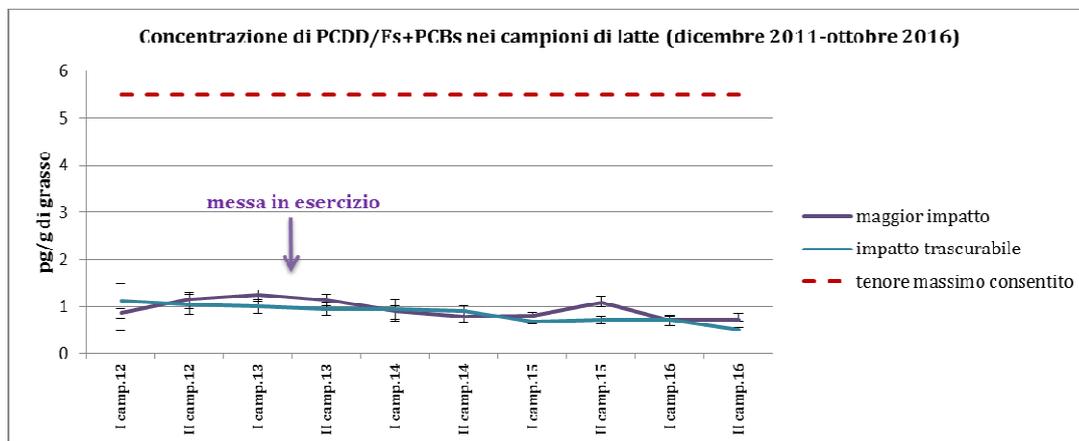


Figura 11. Concentrazione di diossine, furani e PCB diossina-simili nei campioni di latte (dati stratificati per area di provenienza). I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

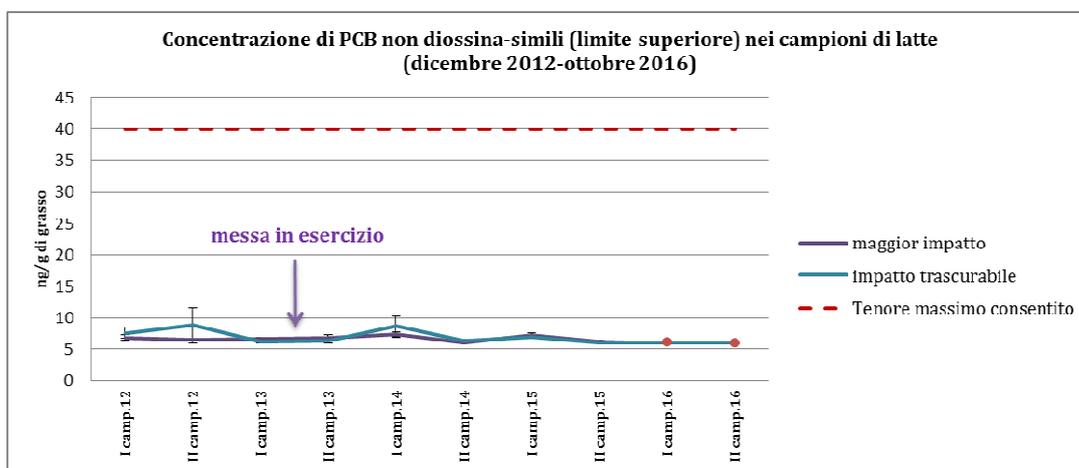


Figura 12. Concentrazione di PCB non diossina-simili nei campioni di latte (dati stratificati per area di provenienza). I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

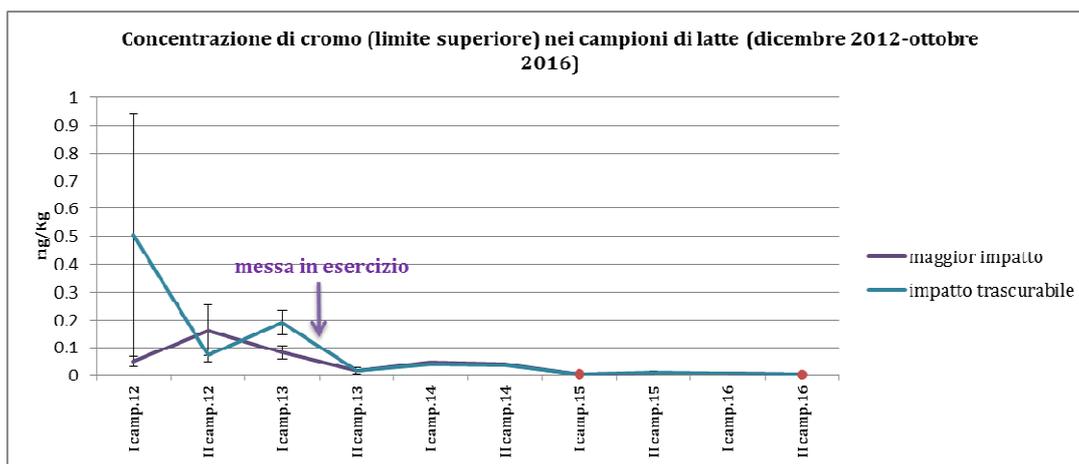


Figura 13. Concentrazione di cromo nei campioni di latte (dati stratificati per area di provenienza). I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

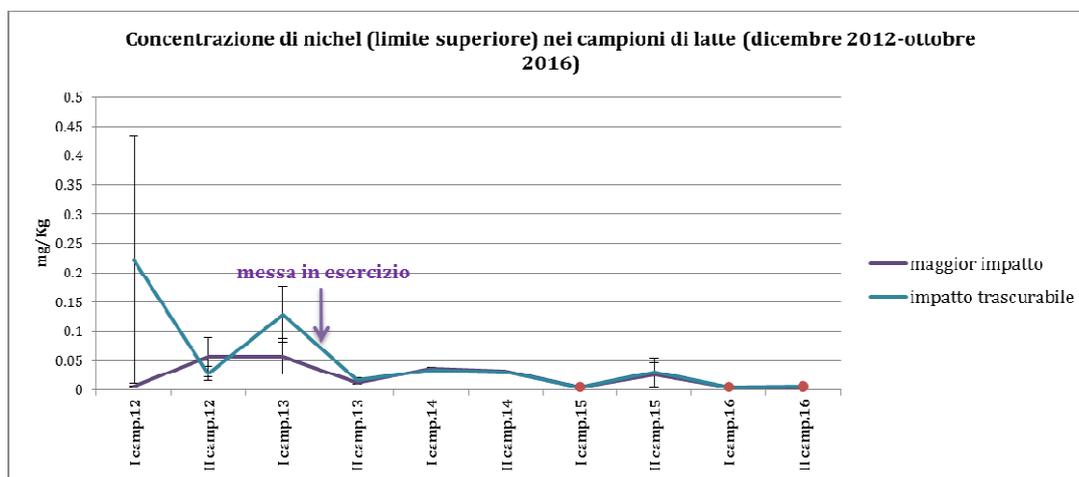


Figura 14. Concentrazione di nichel nei campioni di latte (dati stratificati per area di provenienza). I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

## Confronto spaziale (dati stratificati per campionamento)

Per le medie e le mediane dei gruppi nelle diverse sessioni di campionamento si fa riferimento alle tabelle riportate in allegato. Di seguito, la Tabella 5 riporta il valore U della statistica test (e relativo valore di probabilità p), ricavato dal confronto delle concentrazioni dei singoli analiti nelle due aree<sup>23</sup>. Il test U di Mann Withney non ha evidenziato nessuna sostanziale differenza fra area di maggior impatto ed area di controllo nelle dieci sessioni di campionamento, fatto salvo per una lieve variazione nella concentrazione del cromo, che nella terza campagna risulta più concentrato in area di controllo (si vedano le tabelle relative alle mediane e anche la Figura 14 che riporta i valori medi). Il test rileva anche una tendenza (i.e. differenza che non raggiunge la significatività statistica) a carico di DL-PCBs e PCDD/Fs + DL-PCB per il secondo campionamento 2015. Tale differenza si osserva anche in Figura 12: la lieve oscillazione osservata nel 2015 non viene però confermata dai campionamenti successivi.

Impatto vs. controllo	I camp.12 Ante		II camp.12 Ante		I camp.13 Ante		II camp.13 Post		I camp.14 Post		II camp.14 Post		I camp.15 Post		II camp.15 Post		I camp.16 Post		II camp.16 Post	
	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p	U	P	U	p	U	p	U	p	U	p
PCDD/Fs lim. sup. (pg/g di grasso)	6	0.56	5	0.37	7	0.77	4	0.25	4	0.13	7	0.77	6	0.51	5	0.39	8	1.00	7.5	0.85
DL-PCBs lim. sup. (pg/g di grasso)	8	1.00	5	0.39	4	0.48	4	0.25	8	1.00	7	0.77	3	0.15	2	0.08	6	0.56	3	0.15
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (pg/g di grasso)	7	0.77	6	0.56	4	0.25	5	0.39	8	1.00	6	0.56	3	0.15	2	0.08	7	0.77	3	0.15
PCDD/Fs lim. int. (pg/g di grasso)	6	0.56	5	0.39	7	0.77	4	0.25	4	0.13	8	1.00	6	0.51	5	0.39	8	1.00	7.5	0.85
DL-PCBs lim. int. (pg/g di grasso)	8	1.00	5	0.39	5	0.39	4	0.25	8	1.00	7	0.77	3	0.15	3	0.15	6	0.56	3	0.15
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (pg/g di grasso)	7	0.77	6	0.56	4	0.25	5	0.39	8	1.00	6	0.56	3	0.15	3	0.15	7	0.77	3	0.15
PCDD/Fs lim. inf. (pg/g di grasso)	7	0.77	5	0.39	7	0.77	4	0.25	4	0.13	8	1.00	6	0.51	6	0.56	8	1.00	7.5	0.85
DL-PCBs lim. inf. (pg/g di grasso)	8	1.00	5	0.39	5	0.39	4	0.25	8	1.00	7	1.00	3	0.15	3	0.15	6	0.56	3	0.15
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (pg/g di grasso)	7	0.77	6	0.56	4	0.25	5	0.39	8	1.00	6	1.00	3	0.15	3	0.15	8	1.00	3	0.15
NDL-PCBs lim. sup (ng/g di grasso)	6	0.56	5	0.39	3.5	0.17	5	0.37	7	0.77	4.5	1.00	6	0.56	6	0.54	-	-	-	-
NDL-PCBs lim. int (ng/g di grasso)	6	0.56	5	0.39	3.5	0.17	5.5	0.46	7	0.77	3.5	1.00	5	0.39	6	0.54	-	-	-	-
NDL-PCBs lim. inf (ng/g di grasso)	6	0.56	5	0.39	3.5	0.17	5.5	0.46	7	0.77	3.5	1.00	5	0.39	6	0.54	-	-	-	-
Al (mg/Kg)	7	0.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	6	0.51	-	-	5.5	0.46
V (mg/Kg)	3	0.15	5	0.39	2	0.08	7.5	0.85	-	-	-	1.00	-	-	7	0.76	6	0.55	-	-
Fe (mg/Kg)	7	0.77	4	0.25	3	0.14	7	0.77	5	0.39	6.5	1.00	5	0.39	5	0.39	8	1.00	-	-
Cu (mg/Kg)	7	0.77	4.5	0.31	5	0.39	6.5	0.66	4.5	0.31	2.5	1.00	5	0.39	3	0.14	2.5	0.11	-	-
Se (mg/Kg)	8	1.00	4.5	0.31	6	0.56	3.5	0.19	4	0.25	4	1.00	2	0.08	4	0.24	7	0.77	5.5	0.47
Mo (mg/Kg)	5	0.38	7	0.77	7.5	0.89	4	0.24	6.5	0.66	7.5	1.00	7	0.77	4.5	0.31	7.5	0.88	7	0.77
Sb (mg/Kg)	-	-	3.5	0.18	4.5	0.28	7.5	0.85	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb (mg/Kg)	-	-	-	-	7	0.75	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr (mg/Kg)	3.5	0.19	7	0.77	1	0.04	6	0.51	4	0.25	5	1.00	-	-	7	0.76	7	0.76	-	-
Ni (mg/Kg)	2.5	0.09	7	0.77	3	0.14	3.5	0.19	4	0.24	6.5	1.00	-	-	7.5	0.85	-	-	-	-
Mn (mg/Kg)	7	0.77	6	0.56	3	0.14	8	1.00	7	0.77	5	1.00	7.5	0.88	3	0.13	7	0.77	7	0.77
Zn (mg/Kg)	3	0.15	7	0.77	2	0.08	7	0.77	8	1.00	5	1.00	5	0.38	4	0.25	4	0.25	6.5	0.66

Tabella 5. Confronto fra area a maggior impatto e area di controllo (impatto trascurabile) nelle sei campagne di campionamento. La significatività del cromo si riferisce al test a due code. Significatività per test ad una coda (4 campioni vs. 4): U<1.00

<sup>23</sup> Come nei report precedenti, data la forte presenza di confondenti, le significatività si riferiscono al test a due code corretto per valori pari merito. Assumendo però l'ipotesi nulla unidirezionale, con l'obiettivo di escludere la presenza di una maggior concentrazione di inquinanti in area di maggior deposizione, il test dovrebbe essere impiegato nella versione ad una coda: la significatività per test ad una coda non corretto per valori pari merito (4 campioni vs. 4) è data da U<1.00.

## Organoclorurati: profilo tossicologico dei campioni. Contributo dei congeneri alla quantificazione dei totali TEQ-limite superiore e inferiore

Per la stima del profilo tossicologico vengono utilizzate le concentrazioni degli analiti trasformate in funzione della loro tossicità equivalente. Alle concentrazioni al di sotto della soglia di quantificazione viene attribuito il valore pari alla soglia di quantificazione stessa (per il limite superiore) oppure il valore pari a zero (per il limite inferiore). La tossicità totale al limite superiore viene impiegata per stimare il massimo grado di tossicità di un campione, ipotizzando appunto che tutti gli inquinanti risultati al di sotto della soglia di quantificazione abbiano in realtà una concentrazione pari alla soglia stessa. La tossicità equivalente al limite superiore viene utilizzata, cautelativamente, per operare confronti rispetto ai limiti di legge. Per questo motivo, nell'analisi del profilo tossicologico dei campioni si è scelto di mostrare le tabelle che elencano i congeneri il cui contributo ai totali TEQ- limite superiore, risulta maggiore del 2% almeno per una delle 10 sessioni di campionamento.

I dati confermano le considerazioni nei Rapporti già pubblicati: si osserva una predominanza del DL-PCB 126 con un contributo percentuale che va dal 54 al 74% circa del profilo tossicologico. Tale contributo è dovuto sia all'effettiva presenza del composto nei campioni analizzati, sia al suo fattore di tossicità equivalente che è pari a 0.1 (uno dei più alti dopo le tossicità di 2,3,7,8 TCDD e 1,2,3,7,8 PeCDD assunte come riferimento e quindi fissate a 1). Si nota inoltre un contributo importante da parte del 2,3,4,7,8 PeCDF che arriva a costituire anche il 19% del profilo tossicologico, particolarmente nella terza sessione di campionamento.

Area di maggior impatto (contributo percentuale)	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
2,3,7,8 TCDD	4.82	4.32	3.26	3.62	4.60	5.22	5.07	3.95	5.71	6.13
1,2,3,7,8 PeCDD	5.91	4.32	3.26	3.62	4.60	5.22	5.07	3.95	5.71	6.13
2,3,4,7,8 PeCDF	1.67	13.34	18.79	4.07	1.38	2.19	1.52	3.75	4.40	2.54
2,3,4,6,7,8 HxCDF	1.20	0.90	0.88	0.90	1.15	1.31	1.27	0.99	1.67	1.53
DL-PCB 126	68.75	62.33	59.87	74.45	71.32	68.07	68.42	59.30	64.48	54.26
DL-PCB 169	3.61	2.70	2.44	2.71	3.45	3.92	3.80	17.24	4.28	15.10
DL-PCB 118	3.83	2.43	2.07	2.81	3.63	2.82	3.63	2.21	2.24	2.02

Tabella 6. Contributo percentuale dei singoli congeneri al totale TEQ-limite superiore nell'area di maggior impatto del PAIP (media delle 4 aziende)

Area di controllo (contributo percentuale)	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
2,3,7,8 TCDD	4.54	4.24	4.31	4.62	4.81	4.59	5.94	5.71	6.00	7.81
1,2,3,7,8 PeCDD	4.78	4.24	4.31	6.26	4.81	4.59	5.94	5.71	6.00	7.81
2,3,4,7,8 PeCDF	3.77	6.83	17.12	5.25	1.96	2.71	1.78	3.94	4.41	3.20
2,3,4,6,7,8 HxCDF	1.11	3.05	1.25	1.20	1.20	1.15	1.48	1.43	1.50	1.95
DL-PCB 126	67.91	61.39	58.73	67.35	67.12	70.17	63.30	62.34	63.28	55.49
DL-PCB 169	3.37	3.18	3.14	3.32	3.81	3.62	4.45	6.60	4.50	5.86
DL-PCB 118	3.80	3.65	2.01	2.73	4.37	2.82	3.78	2.25	2.20	2.28

Tabella 7. Contributo percentuale dei singoli congeneri al totale TEQ-limite superiore nell'area di controllo (media dei 4 contributi)

**N.B.** i numeri uguali nella tabella sono attribuibili al fatto che l'analita non è stato mai rilevato e quindi gli è stata attribuita la concentrazione corrispondente alla soglia della quantificazione strumentale (per questo motivo pur essendo assente, il contributo percentuale dell'analita non è pari a zero). Questo conferma ancora una volta che il profilo tossicologico, pur fondamentale per il confronto con i limiti di legge, non è uno strumento efficace nell'analisi delle piccole variazioni di concentrazione, soprattutto in presenza di molti casi di concentrazioni al di sotto della soglia di rilevanza.

## Valutazione del profilo tossicologico rispetto ai dati EFSA

EFSA<sup>24</sup> rileva che circa il 68% del totale TEQ-limite superiore nel latte (*raw milk and dairy products*) è costituito da non-orto PCBs, circa il 13% da PCDDs e altrettanti da PCDFs, con un ulteriore 5% di mono-orto-PCBs. I totali TEQ-limite inferiore sono costituiti, a livello europeo, dal 75% di non-orto PCBs, da circa il 4% di PCDDs dall'8% di PCDFs, con un ulteriore 13% di mono-orto-PCBs. Le tabelle mostrano, per i campionamenti oggetto di questo monitoraggio, una composizione dei profili simile a quella delineata da EFSA, particolarmente per quanto riguarda il limite superiore. Nel limite inferiore si osserva un contributo dei mono orto PCBs che non supera mai il 9% a fronte di un contributo dei non-orto PCB che arriva anche al 94%.

### Limite superiore

Area di maggior impatto (contributo percentuale)	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
PCDDs	14.57	11.94	9.07	10.07	12.77	14.50	14.08	11.01	15.85	17.03
PCDFs	7.16	19.11	25.26	8.39	6.82	8.85	7.97	8.78	11.39	9.78
N.O.-PCBs	72.85	65.39	62.65	77.53	75.23	72.51	72.74	76.93	69.33	69.97
M.O.-PCBs	5.42	3.55	3.03	4.02	5.18	4.15	5.21	3.27	3.43	3.21

Area di controllo (contributo percentuale)	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
PCDDs	12.84	13.11	11.90	14.35	13.35	12.74	16.49	15.91	16.67	21.68
PCDFs	9.88	16.56	22.77	11.04	8.08	8.94	9.74	11.11	11.53	12.43
N.O.-PCBs	71.75	65.03	62.30	71.11	71.41	74.25	68.37	69.52	68.38	62.13
M.O.-PCBs	5.53	5.30	3.04	3.49	7.16	4.07	5.40	3.46	3.42	3.76

Tabella 8. Contributo percentuale delle famiglie dei congeneri al totale TEQ-limite superiore in area di maggior impatto e di impatto trascurabile rispettivamente

### Limite inferiore

Area di maggior impatto (contributo percentuale)	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
PCDDs	3.05	4.23	0.06	0.08	0	0	0.00	0.07	0.00	0.00
PCDFs	2.21	18.54	26.46	5.09	0	2.61	0.83	4.89	5.29	1.68
N.O.-PCBs	88.26	73.35	70.13	90.26	93.66	92.34	92.71	91.04	90.84	94.28
M.O.-PCBs	6.48	4.00	3.34	4.56	6.34	5.058	6.46	3.99	3.87	4.05

Area di controllo (contributo percentuale)	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
PCDDs	1.67	1.97	3.37	6.07	0	0	0.00	0.15	0.00	0.00
PCDFs	5.96	16.13	22.33	7.92	3.04	3.30	1.79	5.39	6.65	2.01
N.O.-PCBs	85.83	75.98	71.05	82.23	88.00	91.91	91.19	90.82	89.72	93.99
M.O.-PCBs	6.54	5.92	3.25	3.78	8.97	4.79	7.02	3.64	3.62	4.00

Tabella 9. Contributo percentuale delle famiglie dei congeneri al totale TEQ-limite inferiore in area di maggior impatto e di impatto trascurabile rispettivamente

<sup>24</sup> Scientific report of EFSA. Update of the monitoring of levels of dioxins and PCBs in food and feed, EFSA Journal 2012;10(7):2832.

## Organoclorurati: profilo chimico dei campioni

Il profilo chimico dei campioni viene calcolato partendo dalle concentrazioni “reali” degli analiti, non ancora trasformate secondo le relative tossicità equivalenti. Alle concentrazioni sotto la soglia di rilevabilità viene attribuito un valore di concentrazione pari a zero. Il grafico riporta la media della concentrazione percentuale degli analiti suddivisi per area e per campagna di campionamento: da notare che il contributo percentuale di un congenero alla miscela totale di inquinanti organici fornisce un’indicazione sulla presenza del congenero nei campioni e non indica la quantità assoluta del congenero.

Negli anni 2015 e 2016 si è assistito ad un calo nella presenza di congeneri di PCDD/Fs, molecole che risultavano già poco rappresentate nei campionamenti precedenti. Il profilo chimico dei campioni 2015-2016 è pertanto costituito dal solo 2,3,4,7,8 PeCDF in combinazione con alcuni PCBs. Questo fenomeno è visibile anche dal grafico del profilo chimico, che mostra una progressiva maggior presenza del PCB 118 a scapito di altre molecole (in particolare il PCB 105). È però importante notare che la variazione nel contributo del PCB 118 non è dovuta ad un aumento di quest’ultimo ma piuttosto alla diminuzione nella presenza di altri congeneri.

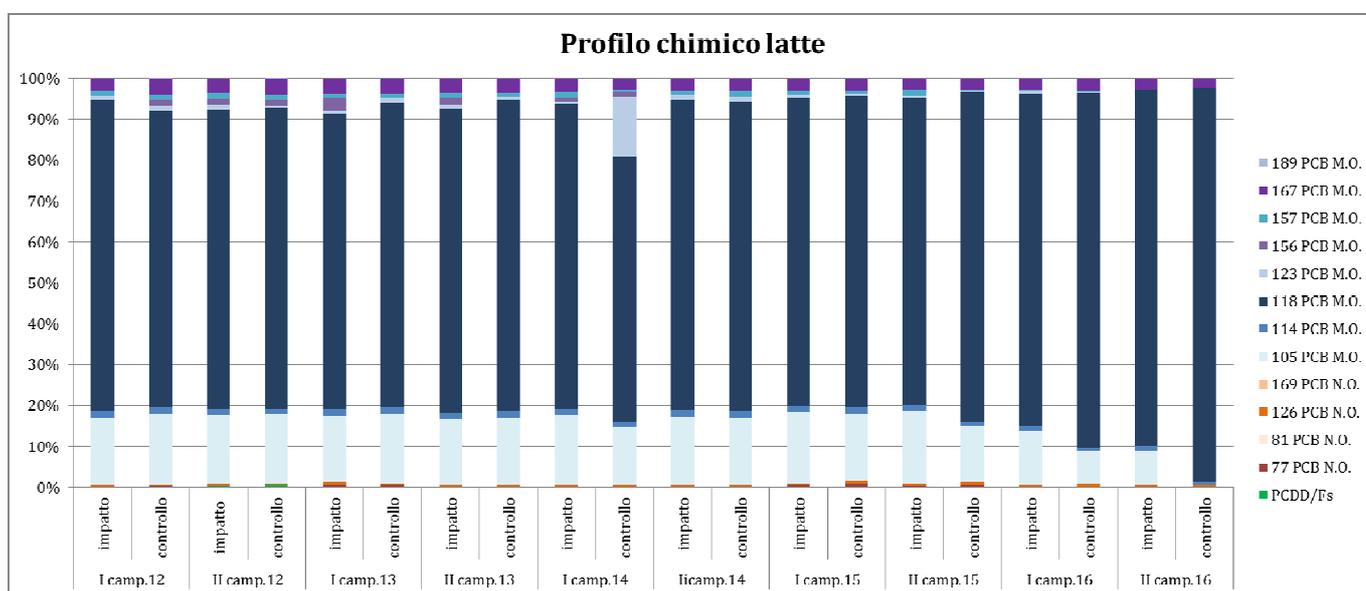


Figura 15. . Profilo chimico medio nei campioni raccolti in area di maggior impatto e in area di controllo nelle sei campagne di campionamento. Distribuzione percentuale delle diverse molecole

Per investigare un possibile aumento nel tempo del 2,3,4,7,8,PeCDF e dei PCBs (unici congeneri ancora presenti nei campioni 2015, 2016) è stato condotto il test di Page, il quale non ha identificato alcun trend fra i congeneri indagati.

test di Page tutti	L standardizzato	p
23478PeCDF	-2.47	0.99
77_PCBNO	-0.44	0.67
126_PCBNO	-4.85	1
169_PCBNO	1.07	0.14
105_PCBMO	-4.68	1
114_PCBMO	-5.35	1
118_PCBMO	-4.76	1
123_PCBMO	-4.02	1
157_PCBMO	-5.75	1
167_PCBMO	-6.22	1

Tabella 10. Risultati del test di Page per i congeneri più rappresentati nei campioni di latte. Dati aggregati, non aggiustati in funzione del fattore di tossicità equivalente

test di Page deposizione	L standardizzato	p
23478PeCDF	-2.02	0.98
77_PCBNO	-0.3	0.62
126_PCBNO	-3.78	1
169_PCBNO	0.91	0.18
105_PCBMO	-3.38	1
114_PCBMO	-4.15	1
118_PCBMO	-3.55	1
123_PCBMO	-3.24	1
157_PCBMO	-4.68	1
167_PCBMO	-4.13	1

Tabella 11. Risultati del test di Page per i congeneri più rappresentati nei campioni di latte. Area di maggior impatto, dati non aggiustati in funzione del fattore di tossicità equivalente

test di Page controlli	L standardizzato	p
23478PeCDF	-1.47	0.93
77_PCBNO	-0.33	0.63
126_PCBNO	-3.07	1
169_PCBNO	0.6	0.27
105_PCBMO	-3.25	1
114_PCBMO	-3.41	1
118_PCBMO	-3.18	1
123_PCBMO	-2.45	0.99
157_PCBMO	-4	1
167_PCBMO	-4.67	1

Tabella 12. Risultati del test di Page per i congeneri più rappresentati nei campioni di latte. Area di controllo, dati non aggiustati in funzione del fattore di tossicità equivalente

## FIENO

Pur trattandosi di matrice vegetale, il fieno utilizzato nell'alimentazione dei bovini da latte delle aziende oggetto di sorveglianza, viene considerato all'interno della filiera zootecnica.

Sono stati analizzati due gruppi di campioni provenienti dagli stessi allevamenti che hanno fornito il latte di massa

- a) Fieno proveniente dalle 4 aziende ubicate in area di maggiore impatto
- b) Fieno proveniente dalle 4 aziende ubicate in area di controllo

Per tutte le campagne di campionamento, il prelievo è stato effettuato all'inizio della stagione (primo taglio di fieno) e ripetuto alla fine della stessa stagione per un totale di 16 campioni di fieno all'anno (anni dal 2012 al 2016), raggiungendo un totale complessivo di 80 unità campionate. Poiché, a differenza delle altre matrici vegetali, i campi per la coltivazione del fieno non sono generalmente interessati dalla rotazione annuale, i campioni prelevati in fasi successive sono stati considerati, ai fini statistici, delle "ripetute", pertanto per le analisi sono stati utilizzati dei test per campioni dipendenti.

Purtroppo uno dei campi scelti per il campionamento 2014 è stato riseminato ad agosto quindi lo sfalcio prelevato, seppur tardivo, non è un quarto taglio, bensì un primo. In questo caso una situazione intermedia in cui le condizioni climatiche di prelievo sono quelle degli sfalci tardivi ma la condizione fisiologica e l'attesa per la crescita della pianta sono quelle caratteristiche di un primo sfalcio. Ciò potrebbe attenuare le già esigue differenze riscontrate nelle analisi precedenti.

## Organoclorurati (calcolo dei totali TEQ) e metalli

### Confronto temporale (dati non stratificati per area di provenienza)

Come già detto nelle relazioni precedenti, si rammenta che la variazione nelle soglie di quantificazione degli organoclorurati introdotta alla fine del 2013, ha determinato una perdita di informazione rilevante riguardo le concentrazioni dei PCBs. Non essendo più quantificabili i PCBs, la differenza fra il limite superiore e il limite inferiore dei totali TEQ dei tre raggruppamenti di organo-clorurati (PCDD/Fs+DL-PCBs) è molto alta (con uno scarto di oltre il 90% per tutti i campioni).

Nel Scientific Report 2012 (pag.13), EFSA raccomanda di escludere dall'analisi statistica i campioni *di alimenti e mangimi* caratterizzati da uno scarto fra limite superiore e inferiore, maggiore del 60%, nel caso in cui i totali TEQ-limite superiore si collochino fra 0.2 e 0.4 pg TEQ<sub>WHO98</sub>/g. Di conseguenza le informazioni ottenute dall'analisi di campioni di fieno come questi dovranno essere considerate con la cautela richiesta dal caso. Tuttavia, l'aumento nel numero di campioni consente adesso di osservare degli interessanti aspetti nell'andamento temporale di alcuni metalli/non metalli. Anche in questo caso, per la consultazione delle tabelle relative a medie, errori standard e mediane si rimanda all'allegato. La Tabella 13 e i grafici successivi evidenziano alcune differenze fra primo sfalcio e sfalcio tardivo che risultano significative o tendenti alla significatività statistica in più anni di campionamento.

	Camp.2012 Ante 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2013 Post 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2014 Post 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2015 Post 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2016 Post 1°taglio vs. taglio successivo	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
PCDD/Fs lim. sup.	-1.12	0.263	-1.68	0.093	-1.36	0.173	-0.54	0.593	—	—
DL-PCBs lim. sup.	—	—	—	—	0	1	—	—	—	—
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	-1.12	0.263	-1.68	0.093	-0.68	0.499	-0.94	0.345	-0.11	0.917
PCDD/Fs lim. int.	-0.98	0.327	-1.68	0.093	-1.57	0.116	-0.54	0.593	—	—
DL-PCBs lim. int.	—	—	—	—	0	1	—	—	—	—
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	-0.98	0.327	-1.68	0.093	-0.85	0.398	-0.94	0.345	-0.67	0.500
PCDD/Fs lim. inf.	-0.98	0.327	-1.54	0.123	-1.78	0.075	-0.54	0.593	—	—
DL-PCBs lim. inf.	—	—	—	—	0	1	—	—	—	—
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	-0.98	0.327	-1.54	0.123	-1.01	0.31	-0.94	0.345	-0.67	0.500
NDL-PCBs lim. sup	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NDL-PCBs lim. int	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NDL-PCBs lim. inf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al	-0.98	0.327	-0.7	0.484	-0.98	0.327	-1.12	0.263	-0.98	0.327
V	-0.56	0.575	-0.28	0.779	-1.12	0.263	-1.54	0.123	-0.42	0.674
Fe	-1.12	0.263	0	1	-1.4	0.161	-0.84	0.401	-0.28	0.779
Co	-0.28	0.779	-0.28	0.779	-1.4	0.161	-0.84	0.401	-0.14	0.889
Cu	-0.28	0.779	-1.82	0.069	-2.52	0.012	-2.38	0.017	-0.14	0.889
Se	-0.84	0.401	-1.57	0.116	-2.52	0.012	-2.37	0.018	-1.40	0.161
Mo	-0.84	0.401	-2.52	0.012	-1.4	0.161	-2.38	0.017	-2.52	0.012
Sb	-1.78	0.075	-0.14	0.893	-1.27	0.204	-1.47	0.141	-1.47	0.141
Tl	0	1	—	—	-0.67	0.5	—	—	—	—
U	-0.18	0.854	-0.45	0.655	-0.11	0.916	-0.51	0.611	—	—
Pb	0	1	-0.42	0.674	-0.676	0.499	-2.03	0.043	-1.54	0.123
Cd	-0.7	0.484	-1.18	0.237	-0.28	0.779	-0.77	0.441	-2.52	0.012
Cr	0	1	-0.84	0.401	-0.14	0.889	-2.10	0.036	-1.40	0.161
Hg	—	—	—	—	-0.74	0.461	-1.29	0.197	—	—
As	0	1	-0.11	0.917	-0.56	0.575	-0.70	0.483	-1.40	0.161
Ni	-0.42	0.674	-1.54	0.123	-1.12	0.263	-2.52	0.012	-0.28	0.779
Mn	-0.98	0.327	-2.521	0.012	-1.68	0.093	-1.26	0.208	-2.24	0.025
Zn	0	1	-1.36	0.173	-2.52	0.012	-2.52	0.012	-1.96	0.050

Tabella 13. Differenze fra primo taglio e taglio successivo per i cinque anni di campionamento. Dati in forma aggregata.

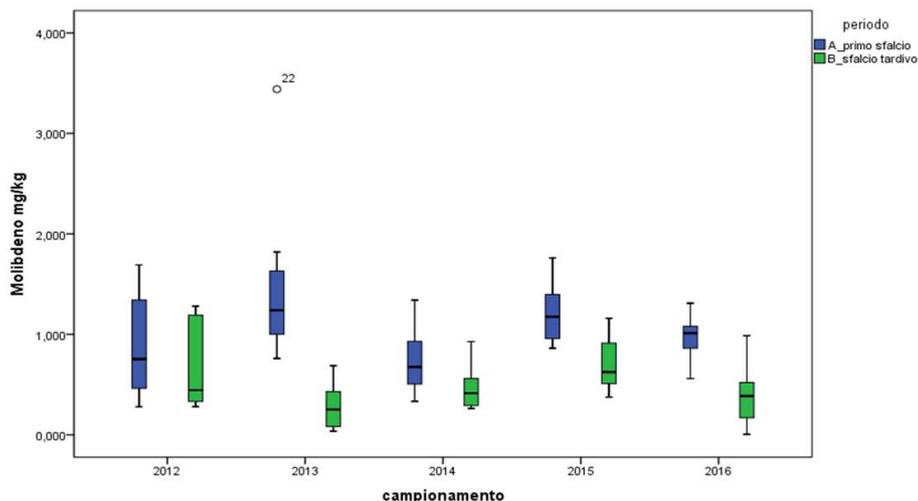


Figura 16. Concentrazione di molibdeno nelle cinque campagne di campionamento, distinta per primi sfalci e sfalci tardivi

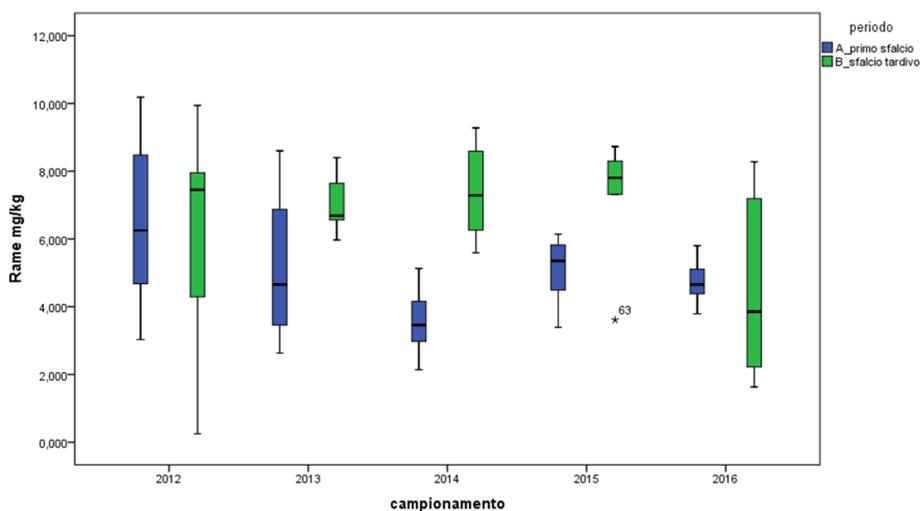


Figura 17. Concentrazione di rame nelle cinque campagne di campionamento, distinta per primi sfalci e sfalci tardivi

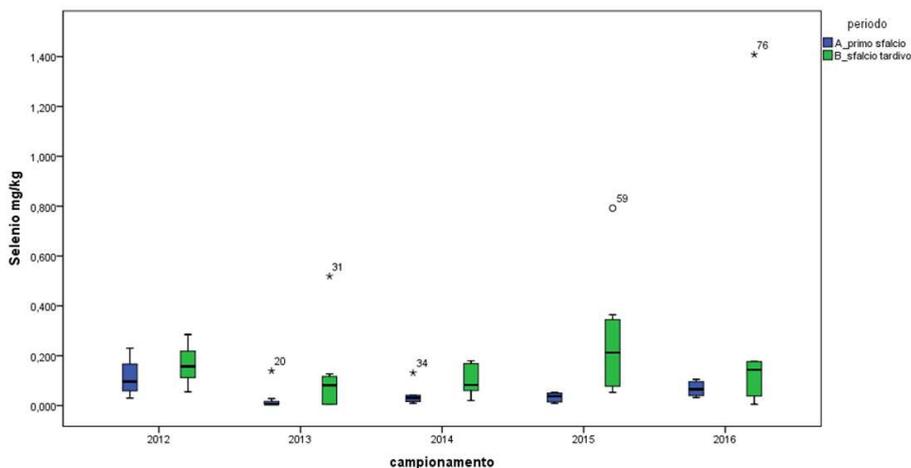


Figura 18. Concentrazione di selenio nelle cinque campagne di campionamento, distinta per primi sfalci e sfalci tardivi

Dalla rappresentazione grafica emerge una maggior presenza di molibdeno nei primi sfalci della stagione mentre gli sfalci tardivi sembrano essere caratterizzati da una maggior concentrazione di rame e selenio. Questo risultato è da valutarsi in funzione di quanto riportato nel paragrafo relativo alle “Considerazioni su fonti di variazione e

confondimento” già inserito nella relazione precedente e riportato nuovamente in questo elaborato. I dati attuali non permettono di stabilire se le diverse concentrazioni di elementi nei due tipi di sfalcio siano dovute ad una presenza variabile delle molecole nell’ambiente o ad una diversa assimilazione da parte dei vegetali, tuttavia le immagini suggeriscono di analizzare separatamente campioni collezionati in periodi diversi della stagione.

Una volta confrontati fra loro gli sfalci prelevati nella stessa campagna di campionamento, si è proceduto a ricercare eventuali differenze entro i cinque primi sfalci ed entro gli sfalci tardivi, mantenendo separati i prelievi “primaverili” da quelli di fine stagione. Il test di Friedman è stato condotto solo nei casi in cui si è reso possibile un confronto fra almeno tre campagne di campionamento (i.e. almeno tre campagne con valori superiori ai LOQ). Il test di Page invece è stato condotto –come per i campioni di latte- assegnando alle campagne con valori sempre al di sotto delle soglie, il valore di concentrazione corrispondente al LOQ stesso. Come già osservato in precedenza, spesso il test di Friedman evidenzia differenze di concentrazione in vari analiti, sia per i primi sfalci che per gli sfalci tardivi (si veda la Tabella 14) tuttavia non vengono evidenziati trend in crescita. Al contrario, analizzando le tabelle relative ai confronti per dati stratificati, si nota che gli unici analiti risultanti in aumento nelle prime tre campagne (uranio in entrambi gli sfalci, antimonio nello sfalcio tardivo), sono tornati ad assestarsi su concentrazioni prossime alla soglia di rilevabilità (Figure 20, 21).

	Confronto fra i primi sfalci della stagione (cinque campionamenti)				Confronto fra sfalci tardivi (cinque campionamenti)			
	Test di Friedman		Test di Page		Test di Friedman		Test di Page	
	$\chi^2$	p	L	p	$\chi^2$	p	L	P
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	11.71	0.02	-2.93	1	0.68	0.878	-2.26	0.99
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	–	–	–	–	1.63	0.444	0.67	0.25
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	14.47	0.006	-3.01	1	2.15	0.709	-1.13	0.87
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	12.76	0.013	-2.69	1	9.16	0.027	-2.26	0.99
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	–	–	–	–	1.63	0.444	0.67	0.25
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	13.74	0.008	-2.93	1	3.97	0.41	-1.34	0.91
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	11.82	0.019	-2.79	1	5.36	0.147	-2.72	1
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	–	–	–	–	1.63	0.444	0.67	0.25
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	13.27	0.01	-2.72	1	4.9	0.297	-1.52	0.94
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
Al (mg/Kg)	10.1	0.039	-1.7	0.96	1.7	0.791	-0.92	0.82
V (mg/Kg)	20.3	<0.001	-4.17	1	18.5	0.001	-3.46	1
Fe (mg/Kg)	9.8	0.044	-2.62	1	2.9	0.575	-1.2	0.89
Co (mg/Kg)	7.7	0.103	-2.05	0.98	10.2	0.037	-2.12	0.98
Cu (mg/Kg)	8.3	0.081	-0.42	0.66	2.9	0.575	-0.49	0.69
Se (mg/Kg)	11.5	0.021	0.14	0.44	7.3	0.121	0.71	0.24
Mo (mg/Kg)	9.8	0.044	0.28	0.39	10.3	0.036	-0.57	0.71
Sb (mg/Kg)	3.5	0.478	0	0.5	13.93	0.008	0.46	0.32
Tl (mg/Kg)	–	–	–	–	4.18	0.382	0.28	0.39
U (mg/Kg)	14.52	0.002	0.42	0.34	17.47	0.002	0.92	0.18
Pb (mg/Kg)	15.1	0.004	-3.25	1	11.35	0.023	-5.59	1
Cd (mg/Kg)	4.41	0.354	-0.88	0.81	7.92	0.094	-1.8	0.96
Cr (mg/Kg)	12.1	0.017	-2.9	1	16.3	0.003	-2.9	1
Hg (mg/Kg)	1.6	0.449	0	0.5	1.6	0.449	0.18	0.43
As (mg/Kg)	2.57	0.632	-0.71	0.76	3.67	0.452	-0.35	0.64
Ni (mg/Kg)	14.1	0.007	-2.76	1	12.3	0.015	-2.12	0.98
Mn (mg/Kg)	7.2	0.126	-1.7	0.96	7.1	0.131	-2.26	0.99
Zn (mg/Kg)	13.7	0.008	0.21	0.42	4.1	0.393	-1.13	0.87

Tabella 14. Differenze entro i primi sfalci ed entro sfalci successivi. Risultati del test di Friedman (confronto di n campioni dipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Page (per il trend- L e p). Dati aggregati.

## Confronto temporale (dati stratificati per area di provenienza)

Come in precedenza, in allegato vengono riportate le tabelle dei valori di media  $\pm$  es e mediana.

Nel paragrafo qui di seguito si è provveduto ad eseguire il confronto fra primo sfalci e sfalci tardivo (entro la stessa campagna di campionamento) stratificando in funzione dell'area di provenienza (area a maggior impatto-Tabella 15 e area di controllo-Tabella 17). Successivamente, mantenendo la stratificazione "maggior impatto/controllo", sono state investigate le differenze entro i cinque campionamenti di primo sfalci ed entro i cinque di sfalci tardivo (Tabella 16, 18).

I confronti fra dati espressi in forma stratificata perdono gran parte delle significatività osservate precedentemente, essenzialmente a causa della diminuzione di numerosità campionaria.

### Area di maggior impatto

	Camp.2012 Ante 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2013 Post 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2014 Post 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2015 Post 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2016 Post 1°taglio vs. taglio successivo	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	P
PCDD/Fs lim. sup.	-0.37	0.715	-1.6	0.109	0	1	-0.45	0.655	—	—
DL-PCBs lim. sup.	—	—	—	—	-0.45	0.655	—	—	—	—
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	-0.37	0.715	-1.83	0.068	-0.73	0.465	-1.10	0.27	-1.07	0.285
PCDD/Fs lim. int.	-0.73	0.465	-1.83	0.068	0	1	-0.45	0.65	—	—
DL-PCBs lim. int.	—	—	—	—	-0.45	0.655	—	—	—	—
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	-0.73	0.465	-1.83	0.068	-0.37	0.715	-1.10	0.273	-0.45	0.655
PCDD/Fs lim. inf.	-0.73	0.465	-1.83	0.068	-0.54	0.593	-0.45	0.655	—	—
DL-PCBs lim. inf.	—	—	—	—	0.45	0.655	—	—	—	—
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	-0.73	0.465	-1.83	0.068	-0.37	0.715	-1.10	0.273	-0.45	0.655
NDL-PCBs lim. sup	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NDL-PCBs lim. int	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NDL-PCBs lim. inf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al	-0.73	0.465	0	1	-1.1	0.273	-0.73	0.465	-0.73	0.465
V	-1.1	0.273	-0.73	0.465	-1.46	0.144	-0.73	0.465	-0.37	0.715
Fe	-1.1	0.273	0	1	-1.83	0.068	0.00	1.000	-0.37	0.715
Co	0	1	-0.73	0.465	-1.83	0.068	-0.73	0.465	-0.73	0.465
Cu	-0.73	0.465	-1.46	0.144	-1.83	0.068	-1.83	0.068	0.00	1.000
Se	-0.73	0.465	—	—	-1.83	0.068	-1.83	0.068	0.00	1.000
Mo	-0.37	0.715	-1.83	0.068	-1.46	0.144	-1.46	0.144	-1.83	0.068
Sb	-1.07	0.285	-0.45	0.655	-0.37	0.715	-0.73	0.465	-1.60	0.109
Tl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
U	-1	0.317	-0.45	0.655	-1.07	0.285	-0.73	0.465	—	—
Pb	0	1	-0.37	0.715	-0.37	0.715	-1.10	0.273	-1.83	0.068
Cd	0	1	-0.73	0.465	-0.73	0.465	-0.73	0.465	-1.83	0.068
Cr	-1.46	0.144	-0.73	0.465	-0.37	0.715	-0.73	0.465	-0.37	0.715
Hg	—	—	—	—	-0.45	0.655	-0.45	0.655	—	—
As	-0.74	0.461	-0.45	0.655	-1.1	0.273	-0.37	0.715	-1.83	0.068
Ni	-0.73	0.465	-0.37	0.715	-1.83	0.068	-1.83	0.068	-0.37	0.715
Mn	-0.73	0.465	-1.83	0.068	-1.46	0.144	-1.10	0.273	-1.83	0.068
Zn	0	1	-1.07	0.285	-1.83	0.068	-1.83	0.068	-1.83	0.068

Tabella 15. Differenze fra primo taglio e taglio successivo per i cinque anni di campionamento. Area di maggior impatto.

	Confronto fra i primi sfalci della stagione (cinque campionamenti)				Confronto fra sfalci tardivi (cinque campionamenti)			
	Test di Friedman		Test di Page		Test di Friedman		Test di Page	
	$\chi^2$	p	L	p	$\chi^2$	p	L	P
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	9.03	0.06	-2.55	0.99	3	0.392	-0.75	0.77
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	–	–	–	–	0.2	0.905	0.95	0.17
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	11.15	0.025	-2.65	1	2.97	0.56	1.05	0.15
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	9.14	0.058	-2.35	0.99	1.8	0.615	-0.75	0.77
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	–	–	–	–	0.2	0.905	0.95	0.17
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	8.91	0.063	-2.55	0.99	4.64	0.326	0.55	0.29
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	9.14	0.058	-2.65	1	1.15	0.764	-1	0.84
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	–	–	–	–	0.2	0.905	0.95	0.17
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	8.91	0.063	-2.55	0.99	2.67	0.615	0.55	0.29
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
Al (mg/Kg)	4.6	0.331	-0.8	0.79	2.4	0.663	-0.6	0.73
V (mg/Kg)	12.6	0.013	-2.9	1	8.2	0.085	-2.1	0.98
Fe (mg/Kg)	3.6	0.463	-1	0.84	4.2	0.38	-0.7	0.76
Co (mg/Kg)	4.6	0.331	-0.5	0.69	7.8	0.099	-1.6	0.95
Cu (mg/Kg)	5	0.287	0.4	0.34	5.8	0.215	0.1	0.46
Se (mg/Kg)	5.7	0.127	1.1	0.14	7.6	0.107	0.7	0.24
Mo (mg/Kg)	6.2	0.185	-0.4	0.66	14	0.007	-1.9	0.97
Sb (mg/Kg)	3.01	0.556	0.25	0.4	9.11	0.058	0.1	0.46
Tl (mg/Kg)	–	–	–	–	4	0.406	-0.4	0.66
U (mg/Kg)	4.74	0.192	-0.05	0.52	10.17	0.036	0.4	0.34
Pb (mg/Kg)	7.2	0.126	-2.2	0.99	6.6	0.159	-2	0.98
Cd (mg/Kg)	0.72	0.949	-0.45	0.67	1.18	0.881	-1.7	0.96
Cr (mg/Kg)	7.8	0.099	-1.7	0.96	9	0.061	-2.4	0.99
Hg (mg/Kg)	0	1	0	0.5	0	1	-0.25	0.6
As (mg/Kg)	2.68	0.612	0.15	0.44	3.64	0.457	-0.7	0.76
Ni (mg/Kg)	8.6	0.072	-1.9	0.97	5.6	0.231	-1.6	0.95
Mn (mg/Kg)	5.6	0.231	-1.6	0.95	5.2	0.267	-1.8	0.96
Zn (mg/Kg)	9.8	0.044	0.7	0.24	5.6	0.231	-1.4	0.92

Tabella 16. Differenze entro i primi sfalci ed entro sfalci successivi. Risultati del test di Friedman (confronto di n campioni dipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Page (per il trend- L e p). Area di maggior impatto.

## Area di controllo (impatto trascurabile)

	Camp.2012 Ante 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2013 Post 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2014 Post 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2015 Post 1°taglio vs. taglio successivo		Camp.2016 Post 1°taglio vs. taglio successivo	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	P
PCDD/Fs lim. sup.	-1.46	0.144	-0.73	0.465	-1.6	0.109	—	—	—	—
DL-PCBs lim. sup.	—	—	—	—	-0.45	0.655	—	—	—	—
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	-1.46	0.144	-0.73	0.465	-1.6	0.109	—	—	—	—
PCDD/Fs lim. int.	-1.46	0.144	-0.73	0.465	-1.6	0.109	—	—	—	—
DL-PCBs lim. int.	—	—	—	—	-0.45	0.655	—	—	—	—
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	-1.46	0.144	-0.73	0.465	-1.6	0.109	—	—	—	—
PCDD/Fs lim. inf.	-1.46	0.144	-0.37	0.715	-1.6	0.109	—	—	—	—
DL-PCBs lim. inf.	—	—	—	—	-0.45	0.655	—	—	—	—
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	-1.46	0.144	-0.37	0.715	-1.6	0.109	—	—	—	—
NDL-PCBs lim. sup	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NDL-PCBs lim. int	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NDL-PCBs lim. inf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al	-0.73	0.465	-0.73	0.465	-0.37	0.715	-1.46	0.144	-0.73	0.465
V	-1.46	0.144	-1.46	0.144	-0.37	0.715	-1.46	0.144	-0.37	0.715
Fe	-0.37	0.715	0	1	-0.37	0.715	-1.46	0.144	-0.73	0.465
Co	-0.37	0.715	-0.73	0.465	-0.37	0.715	-1.83	0.068	-0.73	0.465
Cu	-0.73	0.465	-1.1	0.273	-1.83	0.068	-1.46	0.144	0.00	1.000
Se	-0.73	0.465	-0.73	0.465	-1.84	0.066	-1.60	0.109	-1.83	0.068
Mo	-1.83	0.068	-1.83	0.068	-0.73	0.465	-1.83	0.068	-1.83	0.068
Sb	—	—	0	1	-1.6	0.109	-1.84	0.066	0.00	1.000
Tl	—	—	—	—	-0.45	0.655	—	—	—	—
U	-0.54	0.593	—	—	-1.07	0.285	-1.60	0.109	—	—
Pb	0	1	-0.37	0.715	-0.54	0.593	-1.60	0.109	-0.37	0.715
Cd	-1.1	0.273	-1.6	0.109	-0.37	0.715	-0.37	0.715	-1.83	0.068
Cr	-1.46	0.144	-1.83	0.068	-0.37	0.715	-1.83	0.068	-1.46	0.144
Hg	—	—	—	—	-1.34	0.18	—	—	—	—
As	-0.73	0.465	-0.37	0.715	0	1	-1.83	0.068	-0.37	0.715
Ni	0	1	-1.83	0.068	-0.37	0.715	-1.83	0.068	-0.37	0.715
Mn	-0.37	0.715	-1.83	0.068	-0.73	0.465	-0.73	0.465	-1.46	0.144
Zn	-0.37	0.715	-1.07	0.285	-1.83	0.068	-1.83	0.068	-1.10	0.273

Tabella 17. Differenze fra primo taglio e taglio successivo per i cinque anni di campionamento. Area di controllo.

	Confronto fra i primi sfalci della stagione (cinque campionamenti)				Confronto fra sfalci tardivi (cinque campionamenti)			
	Test di Friedman		Test di Page		Test di Friedman		Test di Page	
	$\chi^2$	p	L	p	$\chi^2$	p	L	P
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	6.36	0.174	-1.6	0.95	2	0.368	-2.45	0.99
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	6.33	0.176	-1.6	0.95	1.5	0.472	-2.65	1
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	6.33	0.176	-1.45	0.93	4.5	0.105	-2.45	0.99
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	6.33	0.176	-1.6	0.95	0.5	0.779	-2.45	0.99
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	7.24	0.124	-1.3	0.9	3.33	0.189	-2.85	1
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	7.24	0.124	-1.3	0.9	0.93	0.627	-2.7	1
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
Al (mg/Kg)	8.4	0.078	-1.6	0.95	2.4	0.663	-0.7	0.76
V (mg/Kg)	9.6	0.048	-3	1	8.2	0.085	-2.8	1
Fe (mg/Kg)	9.4	0.052	-2.7	1	4.2	0.38	-1	0.84
Co (mg/Kg)	6.4	0.171	-2.4	0.99	7.8	0.099	-1.4	0.92
Cu (mg/Kg)	4.6	0.331	-1	0.84	5.8	0.215	-0.8	0.79
Se (mg/Kg)	3.4	0.493	-0.9	0.82	7.6	0.107	0.3	0.38
Mo (mg/Kg)	6	0.199	0.8	0.21	14	0.007	1.1	0.14
Sb (mg/Kg)	2	0.736	0.25	0.6	9.11	0.058	0.55	0.29
Tl (mg/Kg)	–	–	–	–	4	0.406	0.8	0.21
U (mg/Kg)	6.5	0.039	0.65	0.26	10.17	0.036	0.9	0.18
Pb (mg/Kg)	8.4	0.078	-2.4	0.99	6.6	0.159	-2.1	0.98
Cd (mg/Kg)	4.91	0.297	-0.8	0.79	1.18	0.881	-0.85	0.8
Cr (mg/Kg)	8	0.092	-2.4	0.99	9	0.061	-1.7	0.96
Hg (mg/Kg)	–	–	–	–	0	1	–	–
As (mg/Kg)	1.59	0.811	-1.1	0.86	3.64	0.457	0.2	0.42
Ni (mg/Kg)	7.4	0.116	-2	0.98	5.6	0.231	-1.4	0.92
Mn (mg/Kg)	2.4	0.663	-0.8	0.79	5.2	0.267	-1.4	0.92
Zn (mg/Kg)	6.4	0.171	-0.4	0.66	5.6	0.231	-0.2	0.58

Tabella 18. Differenze entro i primi sfalci ed entro sfalci successivi. Risultati del test di Friedman (confronto di n campioni dipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Page (per il trend- L e p). Area di controllo.

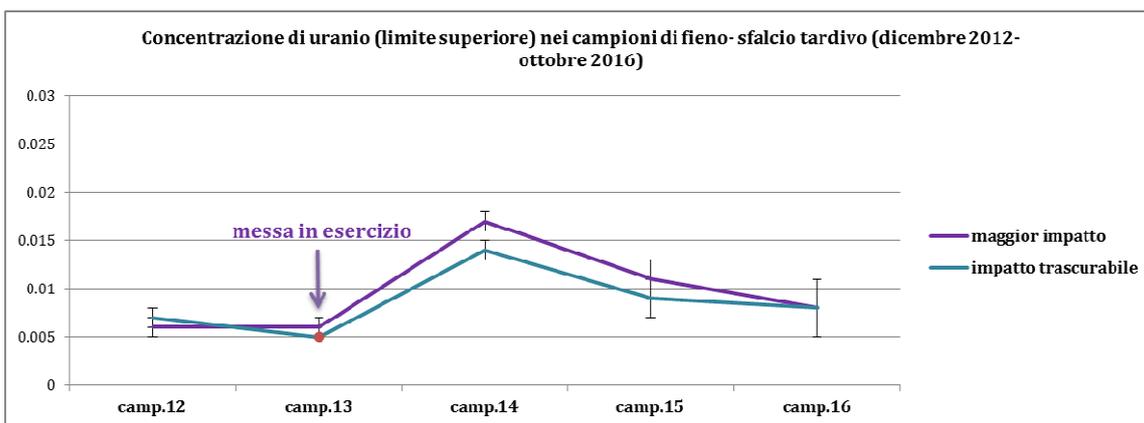
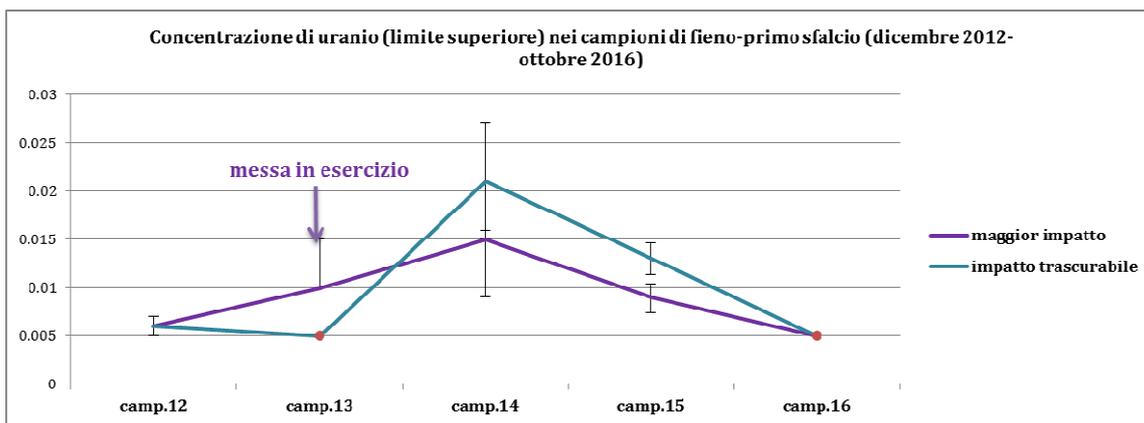


Figura 19. Concentrazione di uranio nei campioni di fieno (primo sfalcio e sfalcio tardivo) distinti per area di maggior impatto e area di controllo. I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

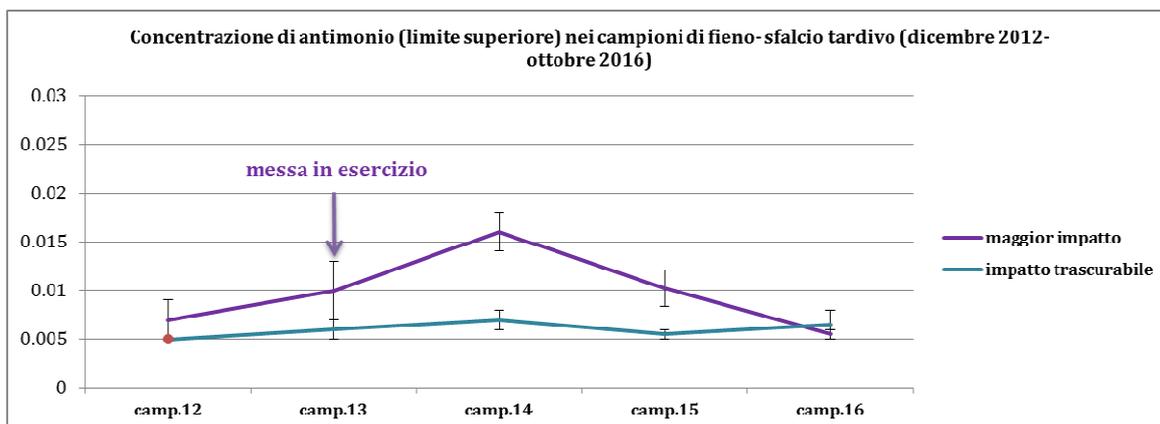


Figura 20. Concentrazione di antimonio nei campioni di fieno (sfalcio tardivo) distinti per area di maggior impatto e area di controllo. I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

## **Confronto spaziale (dati stratificati per campionamento)**

Per le medie, gli errori standard e le mediane corrispondenti ai confronti fra area a maggior impatto e controllo, si fa riferimento alle tabelle riportate in allegato.

Nella campagna ante operam (2012), si evidenzia una maggior concentrazione di PCDD/Fs (e di conseguenza di PCDD/Fs+PCBs) in area di maggior impatto assieme ad una maggior concentrazione di vanadio, cromo e nichel in area di controllo. Successivamente si assiste ad una progressiva perdita di differenza fra l'area di maggior impatto e l'area ad impatto trascurabile. Già nel terzo campionamento si osservano differenze solo relativamente ai metalli e soltanto nello sfalcio tardivo, dove l'area di maggior impatto è caratterizzata da maggiori concentrazioni di rame, antimonio e nichel rispetto all'area di controllo. Durante la quarta e quinta campagna le differenze sono andate ulteriormente attenuandosi anche a causa della mancata rilevazione di concentrazioni apprezzabili di composti organoclorurati, per entrambe le aree di provenienza.

	Camp. 2012 Ante operam				Camp. 2013 Post operam				Camp. 2014 Post operam				Camp. 2015 Post operam				Camp. 2016 Post operam			
	1°taglio: impatto vs. controllo		taglio successivo: impatto vs. controllo		1°taglio: impatto vs. controllo		taglio successivo: impatto vs. controllo		1°taglio: impatto vs. controllo		taglio successivo: impatto vs. controllo		1°taglio: impatto vs. controllo		taglio successivo: impatto vs. controllo		1°taglio: impatto vs. controllo		taglio successivo: impatto vs. controllo	
	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p
PCDD/Fs lim. sup.	0	0.021	3.5	0.166	7	0.772	5.5	0.457	4	0.237	6	0.538	7.5	0.850	–	–	5.5	0.442	–	–
DL-PCBs lim. sup.	–	–	–	–	–	–	–	–	7.5	0.85	7	0.741	–	–	–	–	–	–	–	–
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0	0.021	3.5	0.166	7	0.773	5.5	0.468	4.5	0.309	5.5	0.468	7.5	0.850	–	–	5.5	0.442	–	–
PCDD/Fs lim. int.	0	0.021	3.5	0.166	7	0.773	4	0.248	4	0.237	6	0.538	7.5	0.850	–	–	5.5	0.442	–	–
DL-PCBs lim. int.	–	–	–	–	–	–	–	–	7.5	0.85	7	0.741	–	–	–	–	–	–	–	–
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0	0.021	3.5	0.166	7	0.773	4	0.248	5.5	0.468	5.5	0.468	7.5	0.850	–	–	5.5	0.442	–	–
PCDD/Fs lim. inf.	0	0.021	3.5	0.166	7	0.773	4	0.248	3	0.139	6	0.538	7.5	0.850	–	–	5.5	0.442	–	–
DL-PCBs lim. inf.	–	–	–	–	–	–	–	–	7.5	0.85	7	0.741	–	–	–	–	–	–	–	–
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0	0.021	3.5	0.166	7	0.773	4	0.248	4.5	0.309	5.5	0.468	7.5	0.850	–	–	5.5	0.442	–	–
NDL-PCBs lim. sup	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. int	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. inf	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Al (mg/Kg)	7	0.773	7	0.773	8	1	7	0.773	4	0.248	3	0.149	8	1.000	8	1.000	3	0.149	6	0.564
V (mg/Kg)	1	0.043	5	0.386	8	1	4	0.248	4	0.248	3	0.149	7	0.773	6	0.561	3	0.149	7	0.773
Fe (mg/Kg)	6	0.564	7	0.773	7	0.773	4	0.248	4	0.248	2	0.083	7	0.773	8	1.000	3	0.149	5	0.386
Co (mg/Kg)	6.5	0.663	6	0.564	5	0.386	4	0.248	4	0.245	2	0.083	3	0.149	6	0.564	2	0.083	7	0.773
Cu (mg/Kg)	6	0.564	5	0.386	8	1	8	1	8	1	0	0.021	5	0.386	8	1.000	6	0.564	7	0.773
Se (mg/Kg)	7.5	0.885	8	1	–	–	7	0.767	7.5	0.885	7	0.772	3.5	0.189	4	0.248	0	0.021	6	0.564
Mo (mg/Kg)	6	0.564	1	0.043	1	0.043	8	1	6	0.564	7	0.773	7	0.773	4	0.248	7	0.773	2	0.081
Sb (mg/Kg)	–	–	6	0.317	7.5	0.85	6	0.538	4	0.248	0	0.021	4	0.243	2.5	0.089	2	0.076	7.5	0.850
Tl (mg/Kg)	–	–	4	0.131	–	–	–	–	–	–	2.5	0.091	–	–	7.5	0.850	–	–	7	0.741
U (mg/Kg)	7.5	0.85	6	0.508	–	–	–	–	6.5	0.663	2.5	0.108	2	0.080	5	0.372	–	–	7.5	0.850
Pb (mg/Kg)	7	0.773	7	0.773	7	0.773	7	0.772	6	0.564	5	0.386	7	0.773	6	0.564	4	0.248	7.5	0.885
Cd (mg/Kg)	5.5	0.465	5	0.386	7	0.773	5.5	0.468	7	0.773	4	0.245	2	0.083	3	0.137	5	0.386	5	0.321
Cr (mg/Kg)	1	0.043	7	0.773	7	0.773	4	0.248	4	0.248	6	0.564	5	0.386	6	0.564	7	0.773	6	0.564
Hg (mg/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–	5.5	0.405	6	0.317	–	–	7	0.741	–	–	–	–
As (mg/Kg)	7.5	0.885	6.5	0.663	6	0.561	4	0.234	4	0.245	2	0.083	2.5	0.110	6.5	0.663	3	0.146	6	0.564
Ni (mg/Kg)	1	0.043	5	0.386	8	1	4	0.245	3	0.149	1	0.043	2	0.083	5	0.386	2	0.083	7	0.773
Mn (mg/Kg)	6	0.564	6	0.564	5	0.386	4	0.248	5	0.386	4	0.248	7	0.773	7	0.773	7	0.773	7	0.773
Zn (mg/Kg)	6	0.564	5.5	0.468	7	0.773	4	0.248	8	1	4	0.248	7	0.773	6	0.564	6	0.564	7	0.773

Tabella 19. Differenze fra area a maggior impatto e area di controllo per primi sfalci e sfalci tardivi. Le significatività si riferiscono al test a due code corretto per valori pari merito. Significatività per test ad una coda non corretto per valori pari merito (4 campioni vs. 4): U<1.00

## Organoclorurati: profilo chimico

Nei campionamenti 2015 e 2016 la concentrazione dei vari congeneri di molecole organo-clorurate è quasi sempre risultata al di sotto della soglia di quantificazione strumentale. Pertanto, anche la descrizione del profilo chimico, oltre al profilo tossicologico, appare in questo caso ridondante.

Nel periodo fra il 2012 e il 2014 i congeneri più rappresentati sono stati:

1,2,3,4,6,7,8-HpCDD

1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF

2,3,7,8-TCDF

2,3,4,7,8-PeCDF

1234678-HpCDF

1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF

Di questi, solo le ultime 4 molecole sono sporadicamente presenti anche nel 2015-2016.

Per completezza si è deciso di mostrare l'elenco dei congeneri risultati sopra i LOQ negli anni 2015 e 2016. Le tabelle sottostanti riportano il nome delle molecole dosate (suddivise per primi sfalci e sfalci tardivi), la soglia di quantificazione, il valore registrato nel campione e l'area di provenienza (impatto/ controllo). Da notare che i PCB rilevati nello sfalcio tardivo del 2016, appartengono tutti allo stesso campione, situazione che suggerisce la possibile presenza di un qualche tipo di confondente che insiste particolarmente sull'azienda zootecnica oggetto di questo prelievo.

Organoclorurati 2015	congenere	soglia di quantificazione (LOQ) pg/glw	concentrazione pg/glw	area di provenienza
primo sfalcio	OCDD	0.2	0.76	impatto trascurabile
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0.1	0.54	maggior impatto
sfalcio tardivo	TCDF	0.04	0.05	maggior impatto
	126 PCB N.O.	1.00	1.35	maggior impatto
			1.58	maggior impatto

Tabella 20. Organoclorurati dosati nei campioni di fieno 2015

Organoclorurati 2016	congenere	soglia di quantificazione (LOQ) pg/glw	Concentrazione pg/glw	area di provenienza
primo sfalcio	1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0.1	0.12	maggior impatto
	OCDD	0.2	0.32	impatto trascurabile
	TCDF	0.04	0.06	impatto trascurabile
			0.08	impatto trascurabile
	2,3,4,7,8 PeCDF	0.04	0.06	maggior impatto
sfalcio tardivo	77 PBC N.O.	10	11.26	maggior impatto
	126 PBC N.O.	1	1.24	
	118 PCB M.O.	100	106.3	

Tabella 21. Organoclorurati dosati nei campioni di fieno 2016

## MATRICI DI NATURA AGRONOMICA

Le campagne di campionamento attualmente disponibili per le analisi sono: 6 per pomodoro e cucurbitacee, 5 per il frumento. Poiché, a causa della rotazione delle colture, il prelievo viene eseguito in particelle catastali diverse da un anno all'altro, le analisi statistiche sono state condotte assumendo i campioni come indipendenti. Il numero dei campioni viene specificato di seguito.

- Pomodoro: dai campionamenti del 2011 e 2012 è stato possibile ottenere un totale complessivo di 12 campioni (6 campioni nel 2011 e 6 nel 2012), distinti in base alla provenienza (3 in area di controllo, 3 in area di maggior impatto, per ciascun anno di campionamento). Dal 2013 al 2016 è stato possibile ampliare il numero di campioni reclutando 4 aziende in area di maggior impatto e 4 in area di controllo, per un totale di otto campioni all'anno.
- Cucurbitaceae con buccia non commestibile (zucca, melone, anguria): poiché queste matrici sono particolarmente sensibili alle condizioni climatiche e alla piovosità, non è sempre possibile prevedere quale sarà il numero di campioni a disposizione, così come la tipologia di matrice coltivata. Anche per le cucurbitacee nel 2011 e nel 2012 sono disponibili soltanto 12 campioni (6 per anno, 3 vs.3), mentre nel 2013 i campioni sono stati 8 (4 in area di maggior impatto e 4 in area di controllo). Nell'estate 2013 non è stato possibile campionare le zucche, la cui produzione è stata scarsa e ritardata. Di conseguenza contrariamente agli anni 2011 e 2012, in cui erano stati prelevati per ciascun anno tre diversi tipi di campioni (1 zucca, 1 anguria e 1 melone per ciascuna delle due aree in studio) nell'anno 2013 sono stati prelevati 2 campioni di anguria e 2 di melone sia dall'area di maggior impatto che dall'area di controllo. Dal 2014 al 2016 è stato possibile collezionare 10 campioni all'anno (5 in area di deposizione vs. 5 controlli, per un totale di 2 campioni di zucca, 4 di melone e 4 di anguria).
- Frumento: sono disponibili, per la fase ante-operam soltanto i dati relativi alla seconda campagna di campionamento; questo perché la prima campagna (2011) è stata avviata ad agosto, quando il frumento era stato già mietuto. Ai 6 campioni prelevati nel 2012 (3 controlli vs. 3 provenienti dall'area a maggior impatto) sono stati aggiunti 8 campioni all'anno (4 controlli vs. 4 in impatto) per gli anni dal 2013 al 2016.

## Considerazioni generali sugli inquinanti dosati fra il 2011 e il 2016

- In generale è ormai possibile constatare che le diossine sono presenti nelle matrici agronomiche soltanto in tracce e solo in alcune campagne di campionamento.
- Anche i non-orto PCBs (molecole di PCB con tossicità generalmente più alta) sono presenti solo saltuariamente e in concentrazioni scarse. Il più comune risulta essere il PCB 77 che tuttavia è caratterizzato da un fattore di tossicità equivalente molto basso: 0.0001.
- I mono-orto PCBs (tutte molecole di PCB a bassa tossicità) sono rilevabili, ma in concentrazioni sempre basse: i più rappresentati risultano essere il PCB 105 e 118 particolarmente per quanto riguarda i pomodori e le cucurbitacee.
- Fra i metalli analizzati, nel 2011-2013 mercurio, uranio, tallio ed argento sono risultati sempre al di sotto della soglia di rilevabilità. Nel 2014 la soglia di rilevabilità dell'uranio è stata raggiunta in due campioni di frumento, uno in area di deposizione (0.007 mg/Kg) e uno in area di controllo (0.005 mg/Kg). Come osservato in precedenza nelle matrici di fieno, tracce di uranio vengono saltuariamente rinvenute: nel 2015 nessun campione ha mostrato valori sopra la soglia di rilevabilità (pari a 0.005 mg/kg) mentre nel 2016 alcuni campioni hanno mostrato valori di uranio pari a 0.007 (2 campioni di pomodoro), 0.008 (un campione di pomodoro), 0.005 (un campione di zucca) e 0.009 (un campione di frumento), particolarmente in area di maggior impatto. Un'analisi preliminare dei dati 2017 ha visto il superamento delle soglie di quantificazione

strumentale dell'uranio soltanto nei campioni di frumento (3 in area di maggior impatto e 4 in area di impatto trascurabile). Per un commento su questo aspetto si rimanda al riepilogo finale.

Come per i campioni di fieno e latte, nel confronto fra le campagne di campionamento, in principio non è stata operata distinzione fra area a maggior impatto e area di controllo.

## POMODORO

### Organoclorurati (calcolo dei totali TEQ) e metalli

Come già detto per i campioni di latte e fieno, dato l'aumento nel numero di campagne di campionamento, si è deciso di riportare le tabelle relative a media, errore standard e mediana nell'allegato alla fine della relazione. Di seguito vengono invece illustrati i risultati del confronto temporale e spaziale fra i campioni.

### Confronto temporale (dati non stratificati per area di provenienza)

Trattandosi di più di due osservazioni ripetute nel tempo e riguardanti campioni indipendenti, per il confronto fra le diverse campagne di campionamento sono stati applicati il Test di Kruskal-Wallis e quello di Jonckheere Terpstra<sup>25</sup>. Anche in questo caso i due test statistici utilizzati verificano l'accettabilità di ipotesi differenti: il primo è utile per stimare la presenza di oscillazioni temporali nelle concentrazioni (senza aggiungere nessuna informazione riguardo la "direzione" delle variazioni), mentre il secondo è un test ad una coda che non risulta significativo a meno che le variazioni temporali non seguano un trend ascendente o discendente (da specificarsi nell'ipotesi iniziale). Nel caso specifico l'ipotesi da testare ( $H_1$ ) è quella che dopo l'accensione del PAIP la concentrazione degli analiti possa essere aumentata progressivamente.

Anche per le matrici agronomiche in alcune sessioni di campionamento le concentrazioni di certi composti/elementi sono sempre risultate al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ). Il test di Kruskal Wallis è stato condotto solo nei casi in cui si è reso possibile un confronto fra almeno tre campagne di campionamento (i.e. almeno tre campagne con valori superiori ai LOQ), mentre il test di Jonckheere Terpstra è stato ritenuto informativo soltanto per gli analiti risultati superiori ai LOQ in almeno 2 campagne (per l'analisi dei trend ai campioni che non hanno raggiunto i LOQ è stato attribuito un valore pari ai LOQ stessi).

Pur avendo significato statistico, il confronto fra le concentrazioni di organoclorurati, non risulta particolarmente informativo dal punto di vista biologico, date le bassissime concentrazioni degli inquinanti in esame. Nelle matrici vegetali appare più interessante il confronto fra le concentrazioni dei metalli (sia inquinanti che oligoelementi utili) data l'affinità delle matrici vegetali per questi elementi. I test statistici confermano quanto già illustrato nelle relazioni precedenti: sebbene la maggior parte degli analiti mostri delle fluttuazioni temporali (evidenziate dal test KW), pochi di questi sono oggetto di un incremento progressivo. In particolare il test JT evidenzia un aumento soltanto per la concentrazione di alluminio e rame. La presenza dell'alluminio negli alimenti è spesso associata alla contaminazione dovuta ai contenitori, mentre pochi studi quantificano la concentrazione dell'elemento in matrici agronomiche come il pomodoro; tuttavia alcuni articoli suggeriscono un'assunzione massima giornaliera di 9 mg/giorno per le donne e 12-14 mg/giorno per i maschi<sup>26</sup>, ben lontani dai valori riportati in questa relazione (valore massimo registrato: 2.298 mg per kg di prodotto). Per quanto riguarda il rame, è importante ricordare che i composti di questo metallo vengono spesso utilizzati come fungicidi nelle coltivazioni di pomodoro, cucurbitacee e di uva<sup>27</sup>, pertanto la concentrazione nelle matrici può essere in parte influenzata anche dalle modificazioni delle pratiche agricole. I valori osservati in questo monitoraggio risultano comunque bassi e ampiamente al di sotto di quelli

---

<sup>25</sup> Per maggior semplicità per il test JT viene riportato il valore della statistica test nella forma standardizzata mentre il valore di  $p$  fa riferimento al test ad una coda.

<sup>26</sup> Pennington J. A. T., 1988. Aluminium content of foods and diets. Food additives and contaminants, 5, 2, pp.161-232. <https://doi.org/10.1080/02652038809373696>

<sup>27</sup> EFSA, 2017: Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance copper compounds copper(I), copper(II) variants namely copper hydroxide, copper oxychloride, tribasic copper sulfate, copper(I) oxide, Bordeaux mixture. doi:10.2903/j.efsa.2018.5152

osservati in altri studi ottenuti da matrici di pomodoro coltivate in aree fortemente antropizzate<sup>28 29</sup>. In particolare, la concentrazione massima raggiunta nel pomodoro nel 2016 risulta essere pari a 2.891 mg/kg, valore ben lontano dal massimo raccomandato da FAO e WHO nel 2001 (9.4 mg/kg)<sup>30</sup>.

	Campagne con valori >LOQ	test KW		test JT	
		$\chi^2$	p	standard	p
PCDDF_max	2	–	–	-0.93	0.824
PCB_max	6	14.72	0.012	-3.10	0.999
PCDDF_PCB_max	6	23.99	<0.001	-2.03	0.980
PCDDF_int	2	–	–	-0.66	0.74
PCB_int	6	15.27	0.009	-3.20	0.999
PCB_PCDD_int	6	16.77	0.005	-1.13	0.870
PCDDF_min	2	–	–	-0.66	0.74
PCB_min	6	16.17	0.006	-1.94	0.970
PCB_PCDDF_min	6	16.83	0.005	-2.06	0.980
NDL_PCB_max	0	–	–	–	–
NDL_PCB_int	0	–	–	–	–
NDL_PCB_min	0	–	–	–	–
Alluminio	6	25.64	<0.001	2.15	0.016
Vanadio	6	36.13	<0.001	-2.81	1.000
Ferro	6	16.31	0.006	-0.53	0.701
Cobalto	2	–	–	0.36	0.358
Rame	6	9.72	0.084	1.91	0.028
Selenio	6	5.60	0.347	-0.11	0.544
Molibdeno	6	8.90	0.113	-2.06	0.980
Antimonio	1	–	–	–	–
Uranio	1	–	–	–	–
Piombo	6	6.18	0.289	0.73	0.233
Cadmio	6	4.55	0.474	-0.20	0.580
Cromo	6	34.69	<0.001	-1.46	0.927
Arsenico	3	1.32	0.52	-0.07	0.528
Nichel	6	19.49	0.002	-2.00	0.977
Manganese	6	13.28	0.021	1.33	0.093
Zinco	6	18.44	0.002	-1.32	0.906

Tabella 22. Risultati del test di Kruskal Wallis (confronto di n campioni indipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Jonckheere Terpstra (test per il trend- statistiche JT standard e p) per i campioni di pomodoro

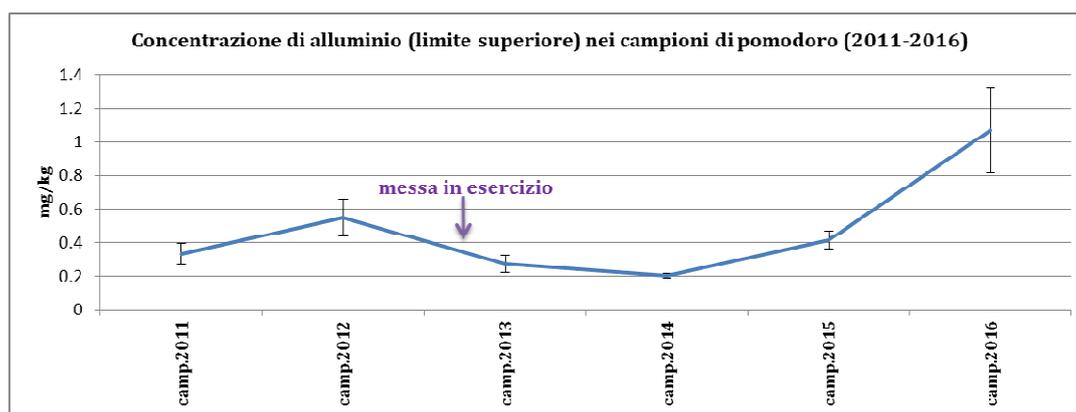


Figura 21. Concentrazione di alluminio nei campioni di pomodoro (dati in forma aggregata)

<sup>28</sup> Osma E., Ozygit I. I., Leblebici Z., Demir G., Serin M., 2012. Determination of heavy metal concentration in tomato (*Lycopersicon esculentum* Miller) grown in different station types. *Romanian Biotechnological Letters*, 17, pp. 6962-6974

<sup>29</sup> Pandey R., Shubhashish K., Pandey J., 2012. Dietary intake of pollutant aerosol via vegetables influenced by atmospheric deposition and wastewater irrigation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 76, pp. 200-208

<sup>30</sup> FAO/WHO, 2001. Report on the 32nd Session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants, In: Joint FAO/WHO Food Standard Programme Codex Alimentarius Commission, 24th Session. Geneva, Switzerland. 2–7 July

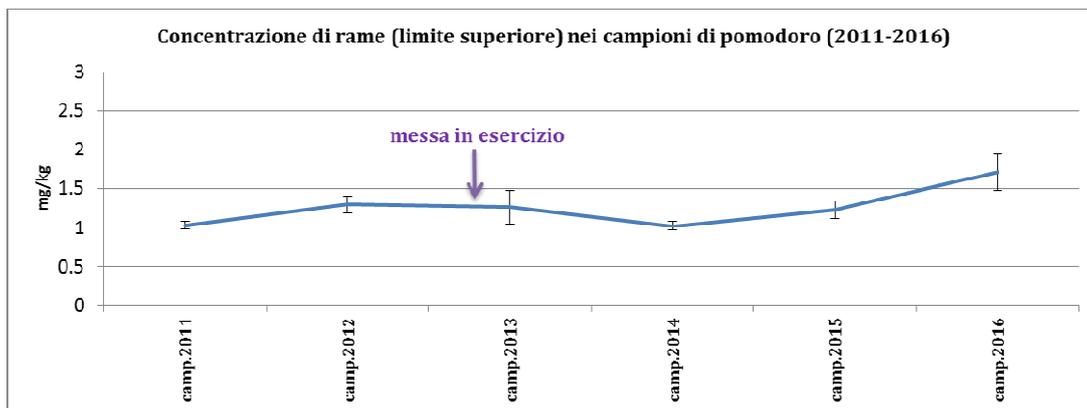


Figura 22. Concentrazione di rame nei campioni di pomodoro (dati in forma aggregata).

Osservando attentamente i dati è possibile notare anche alcuni elementi per i quali le concentrazioni si direbbero calare nel tempo: il vanadio per esempio, dopo un aumento delle concentrazioni nel 2012 e 2013 (con concentrazione >LOQ in tutti i campioni), è tornato a diminuire fino a non raggiungere più la soglia di quantificazione strumentale nel 2014.

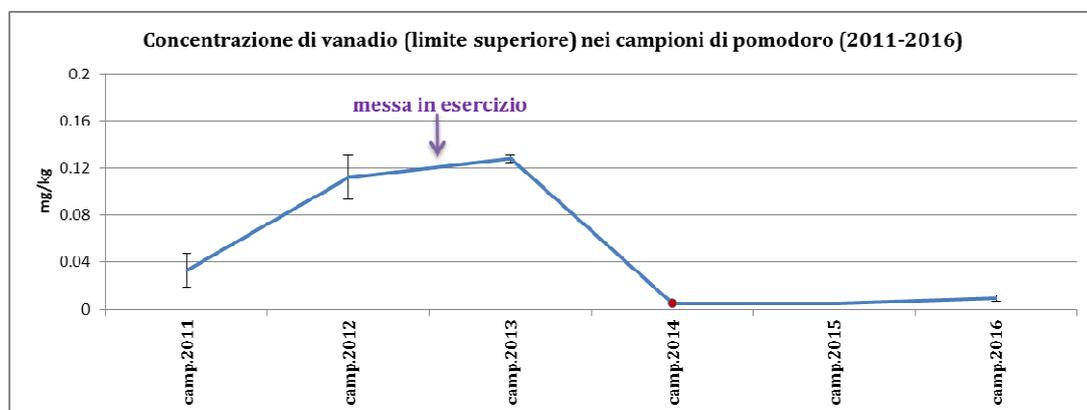


Figura 23. Concentrazione di vanadio nei campioni di latte (dati in forma aggregata). I puntini rossi indicano che tutti i valori sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione strumentale (LOQ)

## Confronto temporale (dati stratificati per area di provenienza)

Le tabelle mostrano una persistenza del trend per il rame e per l'alluminio particolarmente in area di maggior impatto, mentre nell'area ad impatto trascurabile il test JT perde di significatività.

	Campagne con valori >LOQ	test KW		test JT	
		$\chi^2$	p	standard	p
PCDDF_max	2	–	–	-0.93	0.824
PCB_max	6	8.76	0.119	-2.54	0.994
PCDDF_PCB_max	6	12.92	0.024	-1.80	0.964
PCDDF_int	2	–	–	-0.93	0.824
PCB_int	6	8.38	0.136	-2.34	0.990
PCB_PCDD_int	6	10.88	0.054	-1.58	0.943
PCDDF_min	2	–	–	-0.93	0.824
PCB_min	6	8.76	0.119	-1.66	0.952
PCB_PCDDF_min	6	9.13	0.104	-1.83	0.967
NDL_PCB_max	0	–	–	–	–
NDL_PCB_int	0	–	–	–	–
NDL_PCB_min	0	–	–	–	–
Alluminio	6	16.66	0.005	2.11	0.017
Vanadio	6	19.17	0.002	-1.89	0.970
Ferro	6	14.79	0.011	-0.31	0.622
Cobalto	2	–	–	0.51	0.306
Rame	6	9.65	0.086	1.83	0.033
Selenio	6	6.12	0.294	0.45	0.326
Molibdeno	6	1.70	0.889	-0.65	0.742
Antimonio	1	–	–	–	–
Uranio	1	–	–	–	–
Piombo	6	7.16	0.209	1.18	0.118
Cadmio	6	10.12	0.072	-0.90	0.816
Cromo	6	19.05	0.002	-1.49	0.932
Arsenico	2	–	–	0.28	0.389
Nichel	6	15.38	0.009	-0.70	0.746
Manganese	6	12.52	0.028	0.59	0.277
Zinco	6	11.80	0.038	0.48	0.316

Tabella 23. Risultati del test di Kruskal Wallis (confronto di n campioni indipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Jonckheere Terpstra (test per il trend- statistiche JT standard e p) per i campioni di pomodoro. Area a maggior impatto

	Campagne con valori >LOQ	test KW		test JT	
		$\chi^2$	p	standard	P
PCDDF_max	1	—	—	—	—
PCB_max	6	8.25	0.143	-1.47	0.929
PCDDF_PCB_max	6	12.89	0.024	-1.04	0.851
PCDDF_int	1	—	—	—	—
PCB_int	6	8.92	0.112	2.20	0.990
PCB_PCDD_int	6	8.72	0.121	-0.06	0.522
PCDDF_min	1	—	—	—	—
PCB_min	6	9.52	0.090	-1.04	0.851
PCB_PCDDF_min	6	9.99	0.076	-1.04	0.851
NDL_PCB_max	0	—	—	—	—
NDL_PCB_int	0	—	—	—	—
NDL_PCB_min	0	—	—	—	—
Alluminio	6	12.53	0.028	0.65	0.258
Vanadio	4	6.02	0.049	-2.00	0.977
Ferro	6	10.84	0.055	-0.42	0.664
Cobalto	1	—	—	—	—
Rame	6	3.47	0.628	0.82	0.207
Selenio	4	1.48	0.687	-0.62	0.732
Molibdeno	6	12.20	0.032	-2.17	0.985
Antimonio	1	—	—	—	—
Uranio	0	—	—	—	—
Piombo	5	3.77	0.438	-0.25	0.600
Cadmio	6	2.51	0.776	0.45	0.326
Cromo	5	14.73	0.005	-0.68	0.751
Arsenico	1	—	—	—	—
Nichel	6	9.84	0.080	-2.00	0.977
Manganese	6	3.92	0.561	0.79	0.215
Zinco	6	14.28	0.014	-2.28	0.990

Tabella 24. Risultati del test di Kruskal Wallis (confronto di n campioni indipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Jonckheere Terpstra (test per il trend- statistiche JT standard e p) per i campioni di pomodoro. Area di controllo

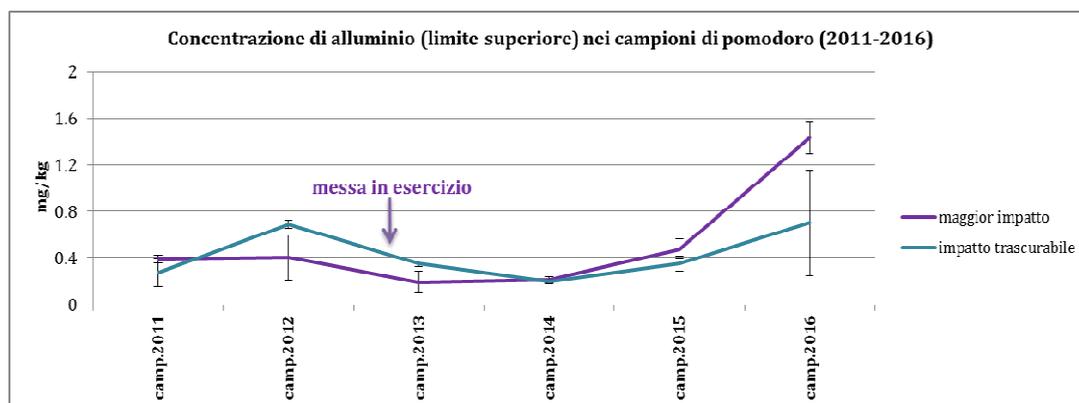


Figura 24. Concentrazione di alluminio nei campioni di pomodoro (dati stratificati per area di provenienza)

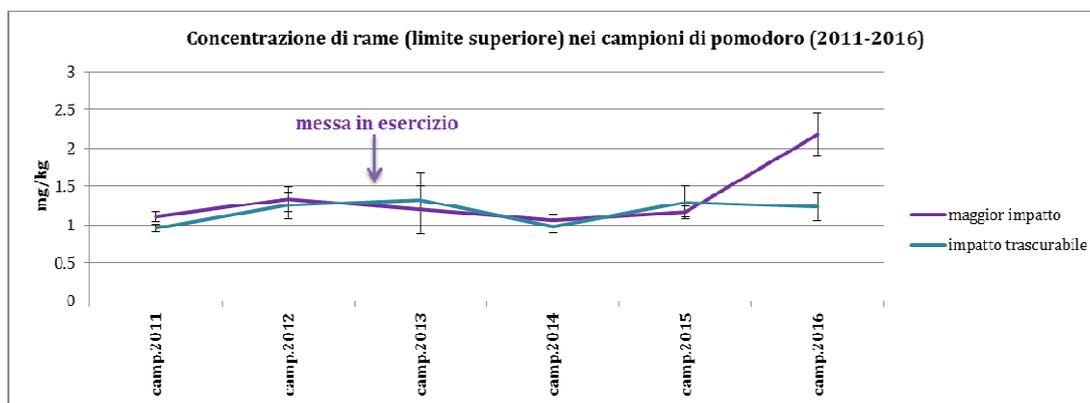


Figura 25. Concentrazione di rame nei campioni di pomodoro (dati stratificati per area di provenienza).

## Confronto spaziale (differenze fra area a maggior impatto e area di controllo)

Il confronto fra aree di prelievo (area di maggior impatto vs. area di controllo) è stato operato separatamente per il periodo ante operam e per quello post operam. A causa della scarsa numerosità dei campioni ante operam, nell'ambito di questi confronti non si è fatta ulteriore differenza fra stagioni di campionamento, pertanto nell'ante operam si sono confrontati 6 campioni prelevati in area di maggior impatto vs. 6 prelevati in area di controllo (per ogni gruppo: 3 campioni 2011+ 3 campioni 2012). Per il periodo post operam (dal 2013 al 2016) sono stati confrontati 4 campioni vs. 4 per ciascuna campagna di campionamento. Nel periodo ante operam, il test U di Mann Whitney non ha rilevato differenze fra le aree in studio. Nel periodo post operam si rilevano saltuariamente differenze fra le aree: per quanto riguarda il nichel, negli anni 2013 e 2015 i campioni provenienti dall'area ad impatto trascurabile hanno mostrato concentrazioni maggiori rispetto a quelle osservate in area di maggior impatto; nel 2016 le significatività osservate per rame, cromo e zinco sono da attribuirsi ad una maggior concentrazione in area di maggior impatto.

Ante operam	Maggior impatto		Area di controllo		U	P
	media ± e.s.	mediana	media ± e.s.	mediana		
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	0.095 ± 0.016	0.078	0.078 ± <0.001	0.078	14.00	0.400
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	0.013 ± <0.001	0.013	0.013 ± <0.001	0.013	11.00	0.262
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	0.109 ± 0.016	0.092	0.092 ± <0.001	0.092	9.00	0.150
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	0.059 ± 0.019	0.039	0.039 ± <0.001	0.039	14.00	0.400
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	0.007 ± <0.001	0.007	0.007 ± <0.001	0.007	10.00	0.200
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	0.066 ± 0.019	0.046	0.046 ± <0.001	0.046	8.00	0.109
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	0.023 ± 0.022	0.000	<0.001 ± <0.001	0.000	14.00	0.400
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	<0.001 ± <0.001	0.000	<0.001 ± <0.001	0.000	10.00	0.200
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	0.024 ± 0.022	0.000	<0.001 ± <0.001	0.000	8.00	0.109
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	–	–
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	–	–
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	–	–
Al (mg/Kg)	0.398 ± 0.056	0.370	0.485 ± 0.127	0.391	17.00	0.937
V (mg/Kg)	0.090 ± 0.022	0.097	0.055 ± 0.025	0.032	11.00	0.310
Fe (mg/Kg)	5.027 ± 1.084	4.141	3.403 ± 0.765	3.513	14.00	0.589
Co (mg/Kg)	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	–	–
Cu (mg/Kg)	1.220 ± 0.094	1.174	1.106 ± 0.104	1.008	11.00	0.310
Se (mg/Kg)	0.077 ± 0.002	0.005	0.008 ± 0.002	0.005	17.00	0.937
Mo (mg/Kg)	0.033 ± 0.006	0.037	0.045 ± 0.009	0.035	15.00	0.699
Sb (mg/Kg)	0.052 ± 0.044	0.005	0.016 ± 0.005	0.016	15.00	0.699
Pb (mg/Kg)	0.030 ± 0.024	0.006	0.008 ± 0.002	0.006	17.00	0.937
Cd (mg/Kg)	0.013 ± 0.001	0.012	0.009 ± 0.002	0.008	8.50	0.132
Cr (mg/Kg)	0.071 ± 0.027	0.059	0.043 ± 0.024	0.019	11.00	0.310
As (mg/Kg)	<LOQ	<LOQ	0.005 ± 0.0003	0.005	–	–
Ni (mg/Kg)	0.083 ± 0.013	0.083	0.073 ± 0.012	0.083	17.00	0.937
Mn (mg/Kg)	0.955 ± 0.109	0.808	0.913 ± 0.145	0.774	12.00	0.394
Zn (mg/Kg)	2.320 ± 0.344	2.117	2.165 ± 0.194	2.102	17.50	0.937

Tabella 25. Medie ed errori standard di diossine (PCDDs)/furani(PCDFs), poli cloro bi-fenili diossina simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nei campioni prelevati in area di maggior impatto e in area di controllo, **fase ante-operam** (6 campioni vs.6). Differenze fra le due aree. Il valore di p fa riferimento al test a due code, significatività per test ad una coda: U<7 (test U di Mann Whitney).

Post operam	camp.2013		camp.2014		camp.2015		camp.2016	
	U	p	U	p	U	p	U	p
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	8.00	1.000	3.00	0.149	4.00	0.237	7.00	0.773
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	8.00	1.000	3.00	0.149	4.00	0.237	7.00	0.773
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	7.00	0.772	3.00	0.149	4.00	0.237	7.00	0.773
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	8.00	1.000	3.00	0.149	4.00	0.237	7.00	0.773
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	7.00	0.772	3.00	0.149	4.00	0.237	7.00	0.773
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	7.00	0.772	3.00	0.149	4.00	0.237	7.00	0.773
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
Al (mg/Kg)	3.50	0.191	5.00	0.386	6.00	0.564	4.00	0.248
V (mg/Kg)	2.00	0.083	–	–	–	–	–	–
Fe (mg/Kg)	3.00	0.149	5.00	0.386	8.00	1.000	2.00	0.083
Co (mg/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
Cu (mg/Kg)	5.00	0.386	6.00	0.564	7.00	0.773	1.00	0.043
Se (mg/Kg)	–	–	6.00	0.317	7.50	0.850	–	–
Mo (mg/Kg)	7.50	0.885	7.50	0.885	4.00	0.245	4.00	0.237
Sb (mg/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
U mg/Kg	–	–	–	–	–	–	–	–
Pb (mg/Kg)	4.00	0.222	2.00	0.080	7.00	0.741	2.50	0.091
Cd (mg/Kg)	3.50	0.191	6.50	0.663	4.50	0.309	2.00	0.081
Cr (mg/Kg)	8.00	1.000	3.50	0.191	7.00	0.767	1.00	0.043
As (mg/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
Ni (mg/Kg)	1.00	0.043	4.50	0.306	1.00	0.043	3.00	0.149
Mn (mg/Kg)	7.00	0.773	4.00	0.248	6.00	0.564	4.00	0.248
Zn (mg/Kg)	7.00	0.773	8.00	1.000	3.00	0.149	1.00	0.043

Tabella 26. Differenze fra area di maggior impatto e area di controllo (4 vs.4) nei pomodori. **Fase post-operam**. Il valore di p fa riferimento al test a due code, significatività per test ad una coda  $U < 1$  (test U di Mann Whitney).

## Organoclorurati: profilo chimico dei campioni

Il profilo chimico dei campioni viene calcolato partendo dalle concentrazioni “reali” degli analiti, non ancora trasformate secondo le relative tossicità equivalenti. Alle concentrazioni sotto la soglia di rilevabilità viene attribuito valore zero.

Come si evince da medie e mediane riportate in allegato, nei campionamenti 2015 e 2016 la concentrazione di inquinanti organici appare esigua: in particolare, diossine e furani sono risultati sempre al di sotto della soglia di quantificazione strumentale. Anche i non orto PCBs sono poco frequenti ed è stato possibile quantificarli soltanto nella campagna 2015. Gli unici analiti sempre dosabili sono risultati i mono orto PCBs che, come più volte ricordato, sono i composti caratterizzati dal grado di tossicità più basso (fattore di tossicità equivalente: 0.00003). Poiché gli analiti più tossici non sono quantificabili, il profilo tossicologico non risulta informativo, pertanto di seguito verrà presentato soltanto il profilo chimico.

Le tabelle riportano la media percentuale della concentrazione degli analiti suddivisi per area e per campagna di campionamento: ad esempio, nel campionamento 2011, in area di maggior impatto, diossine e furani costituiscono il 4,51% del quantitativo totale di composti organici dosati, mentre il PCB 118 risulta costituire il 58,57% della miscela.

Area di maggior impatto	Camp.2011	Camp.2012	Camp.2013	Camp.2014	Camp.2015	Camp.2016
PCDD/Fs	4.51	0.25	0	0	0	0
77 PCB N.O.	0	0	0	0	0	0
81 PCB N.O.	0	0	0	0	1.53	0
126 PCB N.O.	0	0	0	0	0	0
169 PCB N.O.	0	0	0	0	3.25	0
105 PCB M.O.	6.34	0	27.04	20.92	13.67	13.32
114 PCB M.O.	0	0	0	0	4.13	0
118 PCB M.O.	58.57	0	72.96	77.43	70.93	86.68
123 PCB M.O.	0	0	0	0	0	0
156 PCB M.O.	1.75	0	0	1.65	0	0
157 PCB M.O.	0	0	0	0	1.62	0
167 PCB M.O.	28.82	100	0	0	1.62	0
189 PCB M.O.	0	0	0	0	3.25	0

Tabella 27. Profilo chimico dei campioni raccolti in area di maggior impatto del PAIP. Contributo percentuale del congenere alla concentrazione totale rilevata nel campione (media dei contributi)

Area di impatto trascurabile	Camp.2011	Camp.2012	Camp.2013	Camp.2014	Camp.2015	Camp.2016
PCDD/Fs	0.00	0.17	0	0	0	0
77 PCB N.O.	4.46	5.20	0	0	8.15	0
81 PCB N.O.	0	0	0	0	0	0
126 PCB N.O.	0	0	0	0	5.93	0
169 PCB N.O.	0	0	0	0	0	0
105 PCB M.O.	21.68	22.95	26.01	20.28	8.15	11.91
114 PCB M.O.	1.35	0.31	0	0	0	0
118 PCB M.O.	56.84	58.16	73.99	73.66	22.22	88.09
123 PCB M.O.	0	2.51	0	0	31.48	0
156 PCB M.O.	8.45	6.91	0	4.99	5.56	0
157 PCB M.O.	0.82	0.233	0	0	0	0
167 PCB M.O.	6.14	3.58	0	1.07	0	0
189 PCB M.O.	0	0	0	0	18.52	0

Tabella 28. Profilo chimico dei campioni raccolti in area di controllo. Contributo percentuale del congenere alla concentrazione totale rilevata nel campione (media dei contributi).

Poiché la maggior parte dei congeneri sono stati dosati sporadicamente, si è deciso di non eseguire analisi per il trend ad eccezione dei congeneri PCB105 e PCB118. Tali analiti non sono risultati in crescita sia per quanto riguarda i dati aggregati, sia per quanto riguarda i dati stratificati per area di provenienza<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> Confronto per trend tutti i campioni: PCB105, JT standard=-2.6, p=1; PCB118, JT standar=-1.98, p=0.98

Confronto per trend esposti: PCB105, JT standard=-2.23, p=0.99; PCB118, JT standar=-1.92, p=0.97

## CUCURBITACEE

### Organoclorurati (calcolo dei totali TEQ) e metalli

#### Confronto temporale (dati non stratificati per area di provenienza)

Nelle cucurbitacee non si osservano valori in aumento fatta eccezione per una lieve variazione nella concentrazione del piombo. Le concentrazioni per questo metallo rimangono comunque ampiamente al di sotto dei tenori massimi consentiti<sup>32</sup>.

	Campagne con valori >LOQ	test KW		test JT	
		$\chi^2$	p	standard	p
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	2	—	—	-1.21	0.888
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	6	6.58	0.254	-2.26	0.988
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	6	12.03	0.034	-1	0.84
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	2	—	—	-1.21	0.888
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	6	6.91	0.227	-1.7	0.96
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	6	14.09	0.015	-1	0.84
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	2	—	—	-1.34	0.91
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	6	6.98	0.223	-1.07	0.858
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	6	8.64	0.124	-1.41	0.921
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	0	—	—		
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	0	—	—		
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	0	—	—		
Al (mg/Kg)	6	9.93	0.077	0.14	0.443
V (mg/Kg)	4	27.89	<0.001	-1.98	0.976
Fe (mg/Kg)	6	9.19	0.102	-1.13	0.871
Co (mg/Kg)	6	3.11	0.683	-0.19	0.576
Cu (mg/Kg)	6	12.12	0.033	-3.138	1
Se (mg/Kg)	5	2.58	0.631	-0.59	0.721
Mo (mg/Kg)	6	16.04	0.007	-1.933	0.973
Sb (mg/Kg)	3	9.39	0.009	-2.57	0.995
U (mg/Kg)	1	—	—	—	—
Pb (mg/Kg)	5	12.40	0.015	2.728	0.003
Cd (mg/Kg)	5	2.36	0.669	-0.3	0.618
Cr (mg/Kg)	5	32.05	<0.001	-0.44	0.671
As (mg/Kg)	3	1.22	0.543	0.01	0.5
Ni (mg/Kg)	6	13.10	0.022	-3.44	1
Mn (mg/Kg)	6	14.20	0.014	1.45	0.074
Zn (mg/Kg)	6	13.25	0.021	-1.92	0.973

Tabella 29. Risultati del test di Kruskal Wallis (confronto di n campioni indipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Jonckheere Terpstra (test per il trend- statistiche JT standard e p) per i campioni di cucurbitacee.

Confronto per trend controlli: PCB105, JT standard=-1.44, p=0.92; PCB118, JT standar=-0.79 p=0.78

<sup>32</sup> Reg UE 1881/2006, aggiornato a Reg(UE) 2015/1005 per tenori massimi del piombo

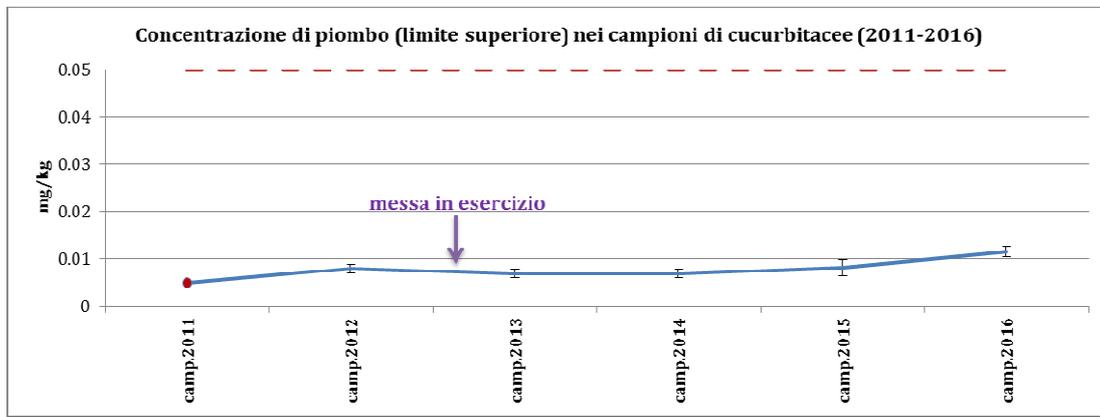


Figura 26. Concentrazione di piombo nei campioni di cucurbitacee (dati in forma aggregata)

Anche nel caso dei campioni di cucurbitacee i dati suggeriscono l'esistenza di alcuni andamenti in calo, come per esempio il nichel e il rame.

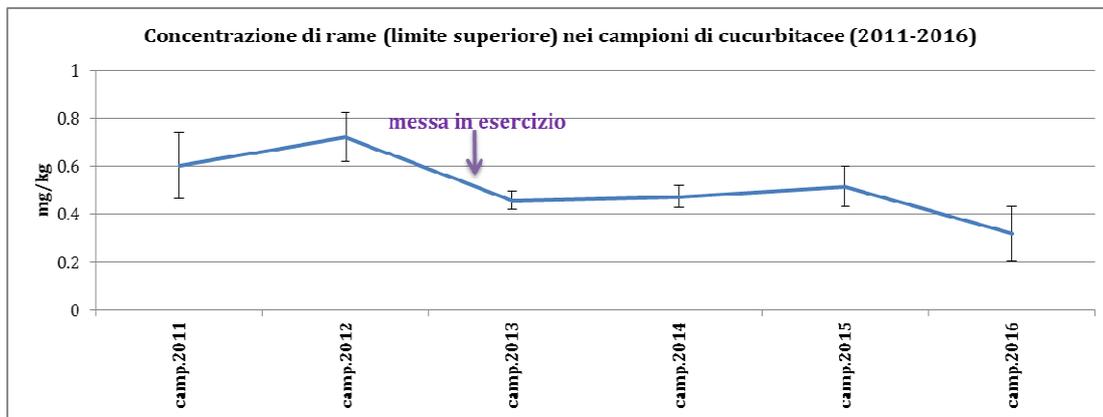


Figura 27. Concentrazione di rame nei campioni di cucurbitacee (dati in forma aggregata)

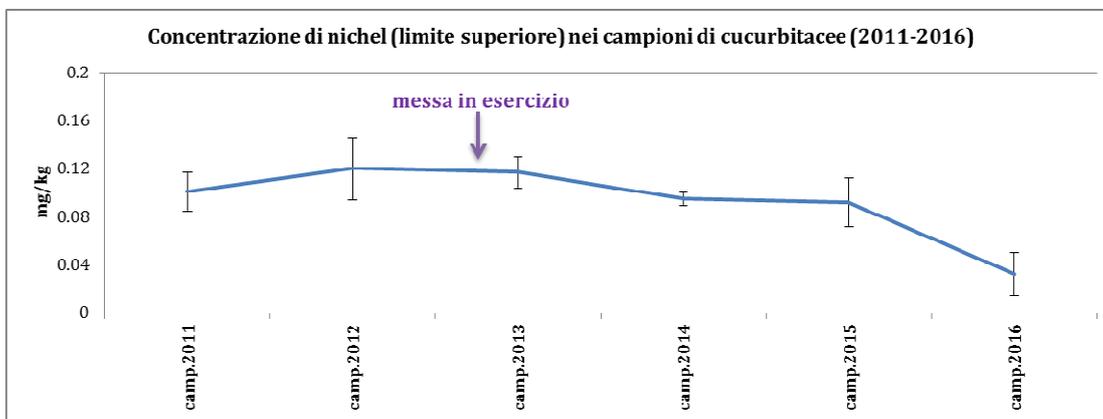


Figura 28. Concentrazione di nichel nei campioni di cucurbitacee (dati in forma aggregata)

## Confronto temporale (dati stratificati per area di provenienza)

Stratificando i dati in funzione dell'area di provenienza si evince che l'aumento nelle concentrazioni di piombo risulta a carico sia dell'area a maggior impatto che di quella ad impatto trascurabile. Anche la diminuzione del rame e del nichel appare evidente in entrambe le aree di campionamento. Inoltre, nella sola area di controllo si osserva un aumento nel tempo del manganese al limite della significatività statistica.

	Campagne con valori >LOQ	test KW		test JT	
		$\chi^2$	p	standard	P
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	2	–	–	-0.96	0.831
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	6	7.28	0.201	-1.33	0.908
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	6	9.79	0.081	-0.7	0.758
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	2	–	–	-0.96	0.831
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	6	7.31	0.199	-1.03	0.848
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	6	7.10	0.213	-0.86	0.806
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	2	–	–	-1.12	0.869
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	6	7.43	0.191	0.91	0.819
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	6	7.49	0.186	-1.01	0.842
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	0	–	–		
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	0	–	–		
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	0	–	–		
Al (mg/Kg)	6	7.67	0.175	0.163	0.435
V (mg/Kg)	4	12.70	0.005	-1.19	0.883
Fe (mg/Kg)	6	8.54	0.129	-1.31	0.904
Co (mg/Kg)	6	3.07	0.690	-0.14	0.556
Cu (mg/Kg)	6	7.37	0.194	-2.57	0.995
Se (mg/Kg)	5	4.43	0.351	0.07	0.528
Mo (mg/Kg)	6	10.09	0.073	-1.61	0.95
Sb (mg/Kg)	2	–	–	-1.4	0.92
U (mg/Kg)	1	–	–	–	–
Pb (mg/Kg)	5	7.92	0.095	1.73	0.042
Cd (mg/Kg)	5	2.95	0.566	0.63	0.736
Cr (mg/Kg)	5	14.74	0.005	-0.047	0.519
As (mg/Kg)	2	–	–	0.23	0.408
Ni (mg/Kg)	6	7.52	0.185	-2.76	0.997
Mn (mg/Kg)	6	12.96	0.024	0.42	0.337
Zn (mg/Kg)	6	4.68	0.457	-1.4	0.919

Tabella 30. Risultati del test di Kruskal Wallis (confronto di n campioni indipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Jonckheere Terpstra (test per il trend- statistiche JT standard e p) per i campioni di cucurbitacee. Area a maggior impatto

	Campagne con valori >LOQ	test KW		test JT	
		$\chi^2$	p	standard	P
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	1	–	–	–	–
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	6	5.02	0.413	-1.77	0.962
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	6	7.16	0.209	-0.677	0.751
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	1	–	–	–	–
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	6	4.99	0.417	-1.33	0.908
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	6	8.27	0.142	-0.49	0.688
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	1	–	–	–	–
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	6	5.02	0.413	-0.61	0.728
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	6	5.06	0.408	-0.96	0.831
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	0	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	0	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	0	–	–	–	–
Al (mg/Kg)	6	3.79	0.581	0.047	0.481
V (mg/Kg)	3	14.76	0.00	-1.61	0.946
Fe (mg/Kg)	6	1.29	0.936	0.187	0.574
Co (mg/Kg)	5	2.91	0.573	-0.14	0.556
Cu (mg/Kg)	6	7.26	0.202	-2.05	0.98
Se (mg/Kg)	5	2.87	0.580	-0.84	0.8
Mo (mg/Kg)	6	7.71	0.173	-1	0.842
Sb (mg/Kg)	3	6.41	0.040	-2.19	0.986
U (mg/Kg)	0	–	–	–	–
Pb (mg/Kg)	5	5.12	0.275	2.1	0.018
Cd (mg/Kg)	5	0.28	0.991	0.23	0.408
Cr (mg/Kg)	5	16.92	0.002	-0.47	0.68
As (mg/Kg)	2	–	–	-0.21	0.583
Ni (mg/Kg)	6	5.95	0.311	-1.98	0.976
Mn (mg/Kg)	6	5.13	0.400	1.68	0.046
Zn (mg/Kg)	6	8.41	0.135	-1.56	0.941

Tabella 31. Risultati del test di di Kruskall Wallis (confronto di n campioni indipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Jonckheere Terpstra (test per il trend- statistiche JT standard e p) per i campioni di cucurbitacee. **Area di controllo**

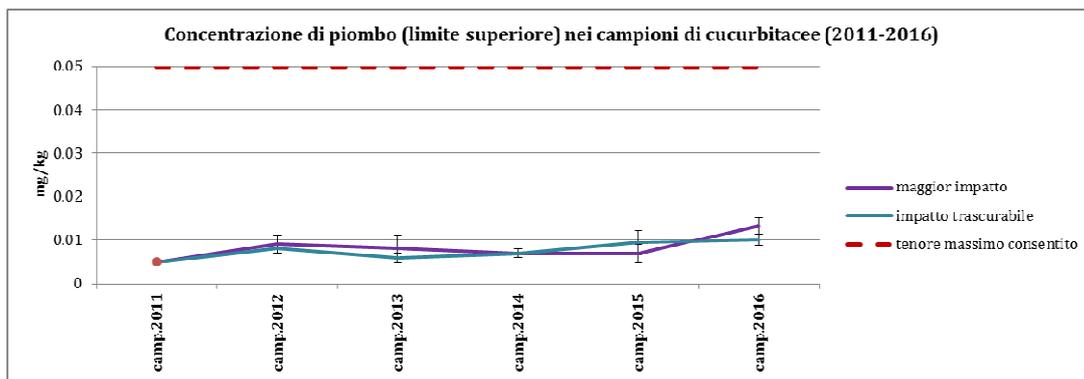


Figura 29. Concentrazione di piombo nei campioni di cucurbitacee (dati stratificati per area di provenienza)

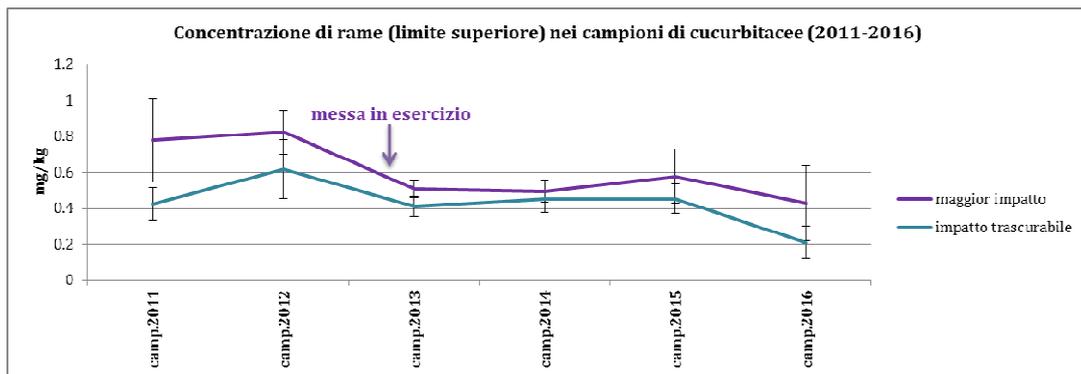


Figura 30. Concentrazione di rame nei campioni di cucurbitacee (dati stratificati per area di provenienza)

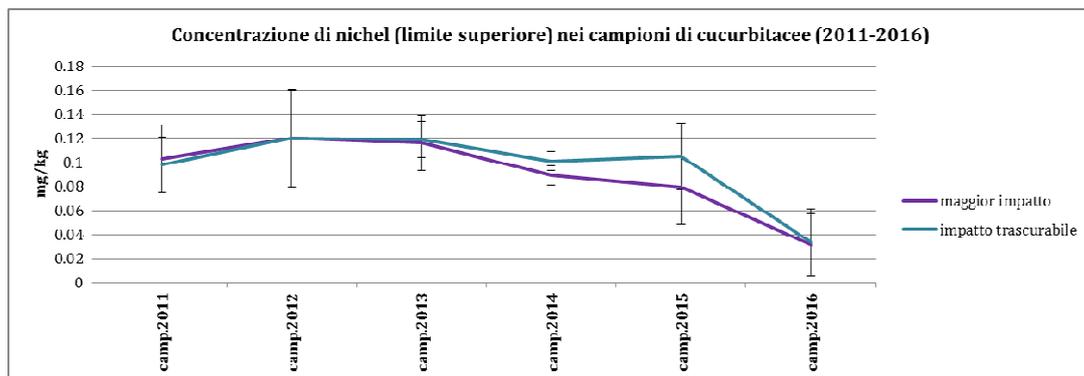


Figura 31. Concentrazione di nichel nei campioni di cucurbitacee (dati stratificati per area di provenienza)

## Confronto spaziale (differenze fra area a maggior impatto e area di controllo)

Nelle cucurbitacee non emergono sostanziali differenze fra l'area a maggior impatto e quella di controllo né prima né dopo l'accensione del forno inceneritore (sessioni di campionamento aggregate: ante operam 2011+2012).

Ante operam	Maggior impatto		Area di controllo		U	p
	media ± e.s.	Mediana	media ± e.s.	mediana		
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	0.080 ± 0.001	0.079	0.079 ± <0.001	0.078	15.000	0.592
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	0.014 ± <0.001	0.013	0.013 ± <0.001	0.013	17.500	0.936
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	0.093 ± 0.001	0.092	0.092 ± <0.001	0.092	17.500	0.936
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	0.042 ± 0.002	0.040	0.041 ± 0.001	0.039	16.000	0.721
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	0.008 ± 0.001	0.007	0.007 ± <0.001	0.007	17.500	0.936
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	0.050 ± 0.003	0.046	0.047 ± 0.001	0.046	16.500	0.810
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	0.004 ± 0.003	0.001	0.002 ± 0.002	<0.001	16.000	0.721
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	0.002 ± 0.002	0.000	0.0001 ± <0.001	<0.001	17.500	0.936
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	0.006 ± 0.005	0.001	0.003 ± 0.002	<0.001	16.500	0.810
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	–	–
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	–	–
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	–	–
Al (mg/Kg)	0.142 ± 0.059	0.096	0.217 ± 0.065	0.222	12.00	0.394
V (mg/Kg)	0.025 ± 0.009	0.020	0.021 ± 0.009	0.014	15.50	0.699
Fe (mg/Kg)	3.256 ± 0.381	2.876	2.396 ± 0.303	2.226	6.00	0.065
Co (mg/Kg)	0.006 ± 0.001	0.005	0.005 ± 0.0002	0.005	14.00	0.589
Cu (mg/Kg)	0.802 ± 0.117	0.706	0.520 ± 0.094	0.454	5.00	0.041
Se (mg/Kg)	0.006 ± 0.001	0.005	0.009 ± 0.002	0.008	10.00	0.240
Mo (mg/Kg)	0.023 ± 0.007	0.017	0.079 ± 0.041	0.021	14.50	0.589
Sb (mg/Kg)	0.011 ± 0.003	0.009	0.015 ± 0.003	0.016	12.00	0.394
Pb (mg/Kg)	0.007 ± 0.001	0.006	0.006 ± 0.001	0.006	17.50	0.937
Cd (mg/Kg)	0.031 ± 0.026	0.005	0.031 ± 0.026	0.005	17.50	0.937
Cr (mg/Kg)	0.024 ± 0.009	0.020	0.021 ± 0.008	0.014	16.50	0.818
As (mg/Kg)	<LOQ	0.005	<LOQ	0.005	–	–
Ni (mg/Kg)	0.112 ± 0.023	0.125	0.109 ± 0.021	0.096	17.50	0.937
Mn (mg/Kg)	0.457 ± 0.064	0.410	0.371 ± 0.089	0.252	11.00	0.310
Zn (mg/Kg)	2.911 ± 0.621	2.614	2.510 ± 0.391	2.444	17.00	0.937

Tabella 32. Medie, errori standard e mediane di diossine (PCDDs)/furani(PCDFs), poli cloro bi-fenili diossina simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nei campioni prelevati in area di maggior impatto e in area di controllo fase ante-operam (6 vs. 6). Il valore di p fa riferimento al test a due code, significatività per test ad una coda: U<7 (test U di Mann Whitney).

Post operam	camp.2013		camp.2014		camp.2015		camp.2016	
	U	p	U	p	U	p	U	p
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	5.00	0.386	10.00	0.602	12.00	0.911	11.00	0.746
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	8.00	1.000	10.00	0.602	10.00	0.590	8.00	0.332
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	5.00	0.386	10.00	0.602	12.00	0.911	11.00	0.746
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	8.00	1.000	10.00	0.602	10.00	0.590	11.00	0.746
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	5.00	0.386	10.00	0.602	12.00	0.911	11.00	0.746
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	5.00	0.386	10.00	0.602	10.00	0.590	11.00	0.746
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
Al (mg/Kg)	7.00	0.758	11.00	0.754	10.00	0.600	8.00	0.341
V (mg/Kg)	5.00	0.386	–	–	9.00	0.368	–	–
Fe (mg/Kg)	7.00	0.773	11.00	0.753	8.00	0.347	8.00	0.347
Co (mg/Kg)	4.00	0.131	12.50	1.000	12.00	0.881	12.00	0.881
Cu (mg/Kg)	4.00	0.248	8.00	0.347	11.00	0.754	7.00	0.249
Se (mg/Kg)	–	–	11.00	0.700	7.50	0.238	7.50	0.136
Mo (mg/Kg)	6.00	0.564	11.00	0.751	11.00	0.754	7.00	0.249
Sb (mg/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
U (mg/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
Pb (mg/Kg)	7.00	0.741	11.00	0.750	10.00	0.521	6.00	0.172
Cd (mg/Kg)	8.00	1.000	11.00	0.700	11.00	0.723	7.50	0.136
Cr (mg/Kg)	6.00	0.561	10.00	0.600	12.00	0.916	12.00	0.917
As (mg/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
Ni (mg/Kg)	6.50	0.661	7.00	0.251	5.00	0.117	12.00	0.881
Mn (mg/Kg)	6.00	0.564	8.00	0.347	12.00	0.917	9.00	0.465
Zn (mg/Kg)	5.00	0.386	6.00	0.175	12.00	0.917	9.00	0.465

Tabella 33. Differenze fra area di maggior impatto e area di controllo (4 vs.4) nelle cucurbitacee . Fase post-operam. Il valore di p fa riferimento al test a due code, significatività per test ad una coda  $U < 1$  (test U di Mann Whitney).

## Organoclorurati: profilo chimico dei campioni

Nelle campagne 2015 e 2016, sia in area di maggior impatto che in quella ad impatto trascurabile, la concentrazione di organoclorurati è risultata al di sotto della soglia di quantificazione per quasi metà dei campioni raccolti. Pertanto, in ciascuna delle colonne riportate in tabella, i dati 2015 e 2016 sono ricavati da un totale di soli tre campioni su cinque. In un solo campione del 2015 l'OCDD è risultata essere l'unica molecola quantificabile (ciò spiega il 33% di contributo al totale, riportato per diossine e furani nel 2015 in area di maggior impatto). In realtà la concentrazione di OCDD è risultata essere di soli 0.13 ng/kg, in linea con le quantità dosate nei campioni degli anni precedenti. In generale le molecole più rappresentate nelle matrici continuano ad essere il PCB 118 e il PCB 105.

Area di maggior impatto	Camp.2011	Camp.2012	Camp.2013	Camp.2014	Camp.2015	Camp.2016
PCDD/Fs	0	5.19	0	0	33.33	0
77 PCB N.O.	0	9.71	0	0	0.88	0
81 PCB N.O.	0	0	0	0	0	0
126 PCB N.O.	0	0.14	0	0	3.20	0
169 PCB N.O.	0	0	0	0	0	0
105 PCB M.O.	78.96	33.83	35.13	21.42	34.06	37.94
114 PCB M.O.	0	1.37	0	0	2.28	0
118 PCB M.O.	21.04	41.10	58.29	71.09	21.67	60.22
123 PCB M.O.	0	0.43	6.58	0	0	0
156 PCB M.O.	0	3.24	0	6.54	3.02	1.83
157 PCB M.O.	0	0.89	0	0	0	0
167 PCB M.O.	0	4.09	0	0.95	0	0
189 PCB M.O.	0	0	0	0	1.55	0

Tabella 34. Profilo chimico dei campioni raccolti in area di maggior impatto del PAIP. Contributo percentuale del congenere alla concentrazione totale rilevata nel campione

Area di impatto trascurabile	Camp.2011	Camp.2012	Camp.2013	Camp.2014	Camp.2015	Camp.2016
PCDD/Fs	0	1.23	0	0	0	0
77 PCB N.O.	0	0	0	0	0	0
81 PCB N.O.	0	0	0	0	0	0
126 PCB N.O.	0	0	0	0	0	0
169 PCB N.O.	0	0	0	0	0	2.59
105 PCB M.O.	0	29.26	25.76	7.93	6.93	20.41
114 PCB M.O.	0	0	0	0	0	4.26
118 PCB M.O.	0	32.81	68.10	85.78	55.35	69.06
123 PCB M.O.	0	0	6.13	0	35.50	0
156 PCB M.O.	0	20.80	0	5.32	0.72	1.94
157 PCB M.O.	0	4.61	0	0	0	0
167 PCB M.O.	100	9.13	0	0.96	1.50	0.80
189 PCB M.O.	0	2.16	0	0	0	0.93

Tabella 45. Profilo chimico dei campioni raccolti in area di controllo. Contributo percentuale del congenere alla concentrazione totale rilevata nel campione

Poiché la maggior parte dei congeneri sono stati dosati sporadicamente, si è deciso di non eseguire analisi per il trend ad eccezione dei congeneri PCB105 e PCB118. Tali analiti non sono risultati in crescita sia per quanto riguarda i dati aggregati, sia per quanto riguarda i dati stratificati per area di provenienza<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> Confronto per trend tutti i campioni: PCB105 JT standard=-1.13, p=0.87; PCB118, JT standar=-0.49, p=0.69  
 Confronto per trend esposti: PCB105, JT standard=-1.96, p=0.98; PCB118 JT standar=-1.38, p=0.92  
 Confronto per trend controlli: PCB105, JT standard=0.14, p=0.44; PCB118 JT standar=0.61, p=0.27

# FRUMENTO

## Organoclorurati (calcolo dei totali TEQ) e metalli

### Confronto temporale (dati non stratificati per area di provenienza)

Si ricorda che per il frumento le campagne di campionamento sono cominciate nel 2012; si ha dunque un solo campionamento ante operam -anno 2012. Si conferma il trend in aumento per l'alluminio, già evidenziato nella relazione precedente. Inoltre si evidenzia un aumento nel tempo di nichel e di zinco. Il nichel è un metallo ampiamente diffuso nella superficie terrestre per effetto dell'attività naturale e antropica. Attualmente l'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA) si è impegnata a valutare il rischio per la salute pubblica derivante dalla presenza di nichel negli alimenti. Per questo motivo è stato richiesto agli Stati membri di svolgere un'attività di monitoraggio della presenza di nichel in ortaggi e acqua potabile da svolgersi fra il 2016 e il 2018 allo scopo di collezionare dati idonei alla valutazione<sup>34</sup>. Anche lo zinco è un elemento ubiquitario ma, al contrario del nichel è considerato fondamentale nell'alimentazione umana.

	Campagne con valori >LOQ	test KW		test JT	
		$\chi^2$	p	standard	p
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	3	4.97	0.084	-1.89	0.97
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	5	12.62	0.013	-2.74	0.997
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	5	12.47	0.014	-3.23	0.999
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	3	7.88	0.019	-1.62	0.948
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	5	12.89	0.012	-2.26	0.988
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	5	16.09	0.003	-2.38	0.991
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	3	6.02	0.049	-1.65	0.95
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	5	12.72	0.013	-2.44	0.992
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	5	13.86	0.008	-3.27	0.999
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	0	-	-	-	-
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	0	-	-	-	-
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	0	-	-	-	-
Al (mg/Kg)	5	10.61	0.031	2.14	0.016
V (mg/Kg)	5	27.36	0.000	-4.43	1
Fe (mg/Kg)	5	16.37	0.003	1.333	0.091
Co (mg/Kg)	5	9.35	0.053	-1.61	0.946
Cu (mg/Kg)	5	17.12	0.002	1.46	0.072
Se (mg/Kg)	5	12.58	0.014	-0.16	0.565
Mo (mg/Kg)	5	5.16	0.271	-0.3	0.619
Sb (mg/Kg)	2	-	-	0	0.5
U (mg/Kg)	2	-	-	0.36	0.358
Pb (mg/Kg)	5	16.44	0.002	0.13	0.55
Cd (mg/Kg)	5	8.86	0.065	-1.08	0.86
Cr (mg/Kg)	5	10.41	0.034	-0.35	0.638
As (mg/Kg)	5	4.74	0.315	0.59	0.277
Ni (mg/Kg)	5	8.51	0.075	2.3	0.011
Mn (mg/Kg)	5	17.83	0.001	1.16	0.124
Zn (mg/Kg)	5	18.45	0.001	1.94	0.026

Tabella 35. Risultati del test di Kruskal Wallis (confronto di n campioni indipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Jonckheere Terpstra (test per il trend- statistiche JT standard e p) per i campioni di frumento

<sup>34</sup> RACCOMANDAZIONE (UE) 2016/1111 DELLA COMMISSIONE relativa al monitoraggio del nichel negli alimenti

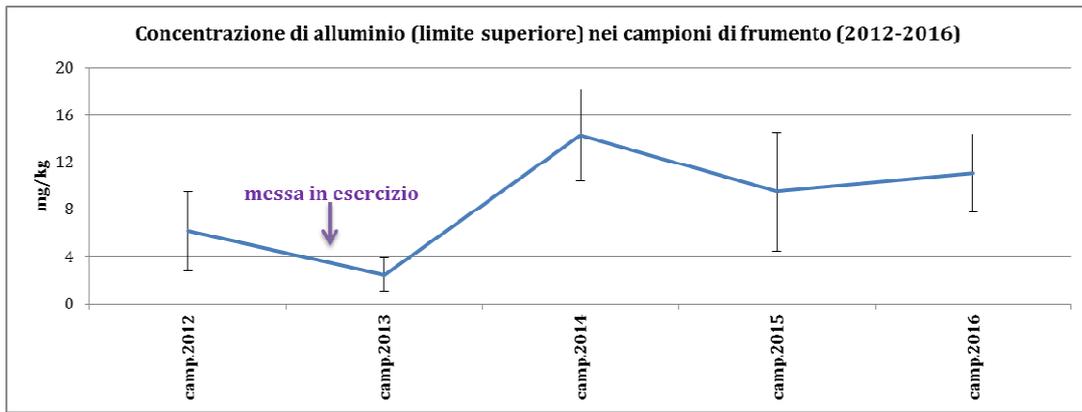


Tabella 36. Concentrazione di alluminio nei campioni di frumento (dati in forma aggregata)

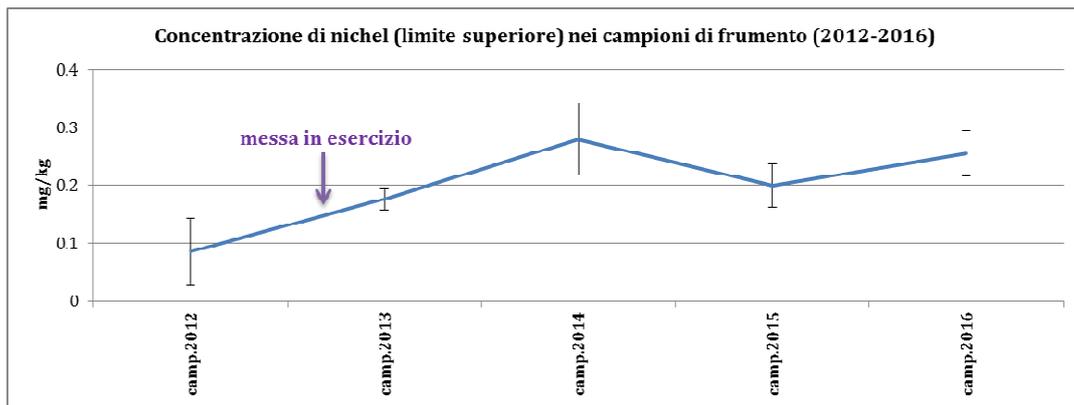


Tabella 37. Concentrazione di nichel nei campioni di frumento (dati in forma aggregata)

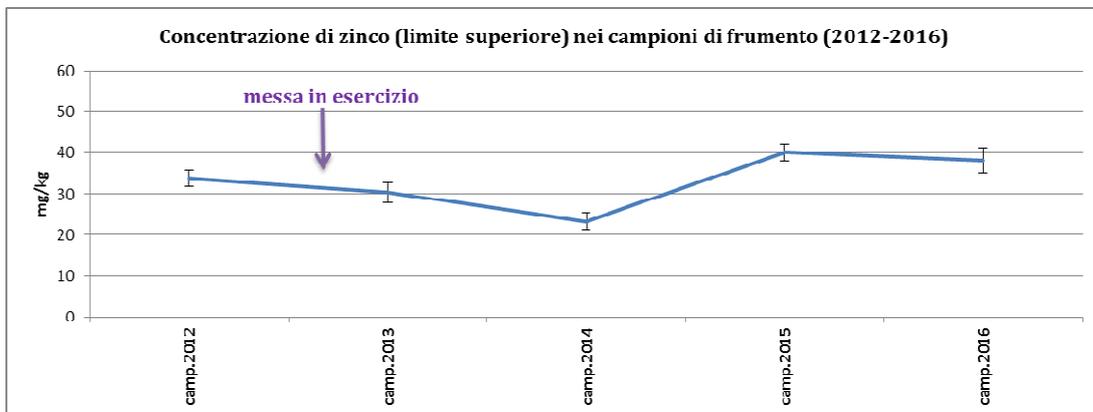


Tabella 38. Concentrazione di zinco nei campioni di frumento (dati in forma aggregata)

Come per il pomodoro, anche nelle matrici di frumento si evidenzia una netta diminuzione della concentrazione di vanadio.

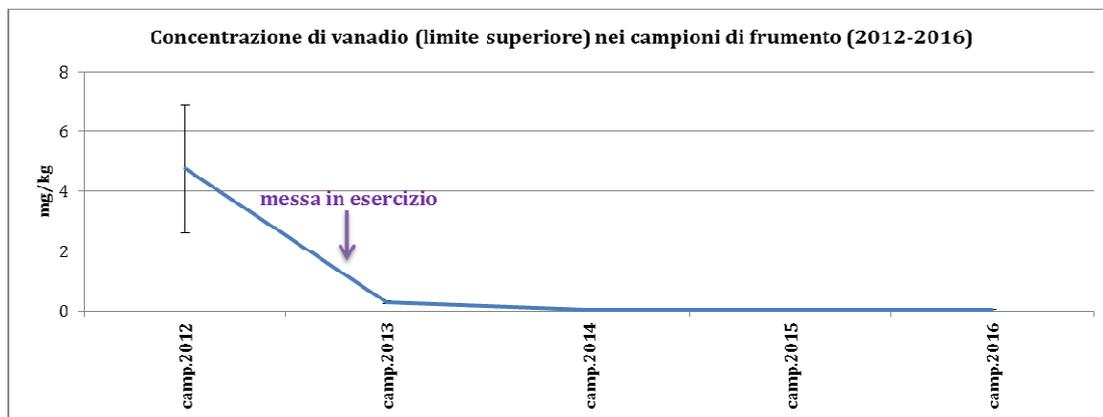


Tabella 39. Concentrazione di vanadio nei campioni di frumento (dati in forma aggregata)

## Confronto temporale (dati stratificati per area di provenienza)

Stratificando in funzione dell'area di provenienza si osserva una perdita di significatività per tutti i trend nell'area di maggior impatto. Permane invece un aumento di rame, nichel e zinco in area di controllo. Tali risultati non devono stupire in quanto gli andamenti osservati nelle matrici agronomiche sono probabilmente da attribuirsi ad oscillazioni casuali nella concentrazione degli analiti. Dalle relazioni precedenti si può infatti intuire che tali variazioni sono sempre di debole entità e spesso invertono la propria direzione nell'arco di poche campagne di campionamento.

	Campagne con valori >LOQ	test KW		test JT	
		$\chi^2$	p	standard	P
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	2	–	–	-2.1	0.982
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	5	7.43	0.115	-1.96	0.975
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	5	12.18	0.016	-3.01	0.999
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	2	–	–	-1.68	0.953
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	5	7.54	0.110	-1.43	0.924
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	5	12.09	0.017	-2.52	0.994
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	2	–	–	-1.68	0.953
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	5	7.12	0.130	-1.71	0.957
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	5	11.98	0.017	-3.08	0.999
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	0	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	0	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	0	–	–	–	–
Al (mg/Kg)	5	4.63	0.328	1.54	0.062
V (mg/Kg)	5	13.85	0.008	-2.87	0.998
Fe (mg/Kg)	5	10.93	0.027	0.77	0.221
Co (mg/Kg)	5	6.73	0.151	-1.43	0.924
Cu (mg/Kg)	5	12.21	0.016	0.49	0.312
Se (mg/Kg)	5	9.13	0.058	0	0.5
Mo (mg/Kg)	5	5.76	0.218	-1.19	0.883
Sb (mg/Kg)	2	–	–	0	0.5
U (mg/Kg)	2	–	–	0.52	0.3
Pb (mg/Kg)	5	4.78	0.310	0.24	0.403
Cd (mg/Kg)	5	13.62	0.009	-1.15	0.876
Cr (mg/Kg)	5	4.13	0.389	-0.42	0.663
As (mg/Kg)	5	3.82	0.431	1.01	0.155
Ni (mg/Kg)	5	2.50	0.644	1.12	0.132
Mn (mg/Kg)	5	15.47	0.004	0.979	0.164
Zn (mg/Kg)	5	10.16	0.038	1.049	0.147

Tabella 40. Risultati del test di Kruskal Wallis (confronto di n campioni indipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Jonckheere Terpstra (test per il trend- statistiche JT standard e p) per i campioni di frumento. Area a maggior impatto

	Campagne con valori >LOQ	test KW		test JT	
		$\chi^2$	p	standard	P
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	3	2.69	0.261	-0.59	0.724
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	5	5.53	0.237	-1.85	0.968
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	5	4.23	0.376	-1.57	0.942
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	3	2.69	0.261	-0.59	0.724
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	5	5.91	0.206	-1.75	0.96
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	5	5.91	0.206	-0.91	0.818
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	3	0.14	0.932	-0.59	0.724
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	5	5.96	0.202	-1.68	0.953
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	5	4.67	0.323	-1.57	0.942
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	0	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	0	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	0	–	–	–	–
Al (mg/Kg)	5	7.43	0.115	1.61	0.054
V (mg/Kg)	5	12.97	0.011	-3.29	0.999
Fe (mg/Kg)	5	8.23	0.084	1.05	0.147
Co (mg/Kg)	5	5.23	0.265	-0.94	0.827
Cu (mg/Kg)	5	11.74	0.019	1.89	0.03
Se (mg/Kg)	5	5.01	0.286	-0.489	0.688
Mo (mg/Kg)	5	2.33	0.675	0.839	0.201
Sb (mg/Kg)	1	–	–	–	–
U (mg/Kg)	1	–	–	–	–
Pb (mg/Kg)	4	9.06	0.029	-0.52	0.7
Cd (mg/Kg)	5	0.90	0.925	-0.66	0.747
Cr (mg/Kg)	5	8.42	0.077	0	0.5
As (mg/Kg)	5	2.77	0.597	-0.21	0.583
Ni (mg/Kg)	5	6.81	0.146	1.96	0.025
Mn (mg/Kg)	5	6.97	0.138	1.12	0.132
Zn (mg/Kg)	5	10.09	0.039	2.028	0.021

Tabella 41. Risultati del test di Kruskal Wallis (confronto di n campioni indipendenti-  $\chi^2$  e p) e del test di Jonckheere Terpstra (test per il trend- statistiche JT standard e p) per i campioni di frumento. Area di controllo

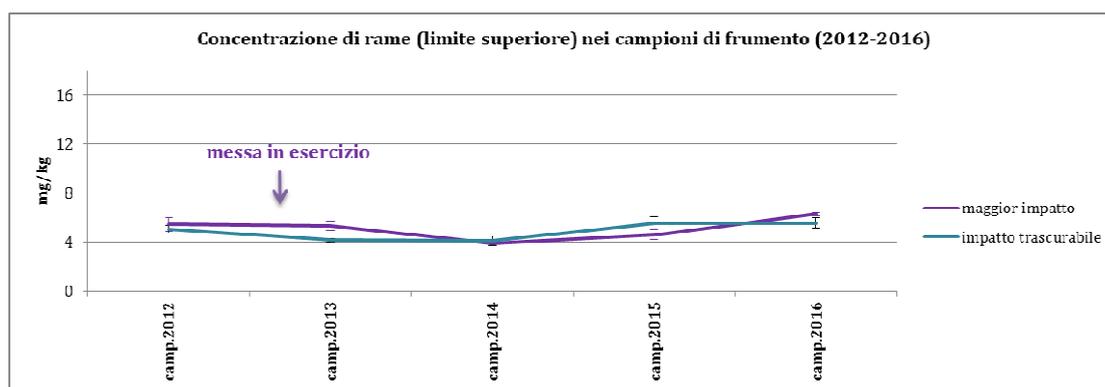


Figura 32. Concentrazione di rame nei campioni di frumento (dati stratificati per area di provenienza)

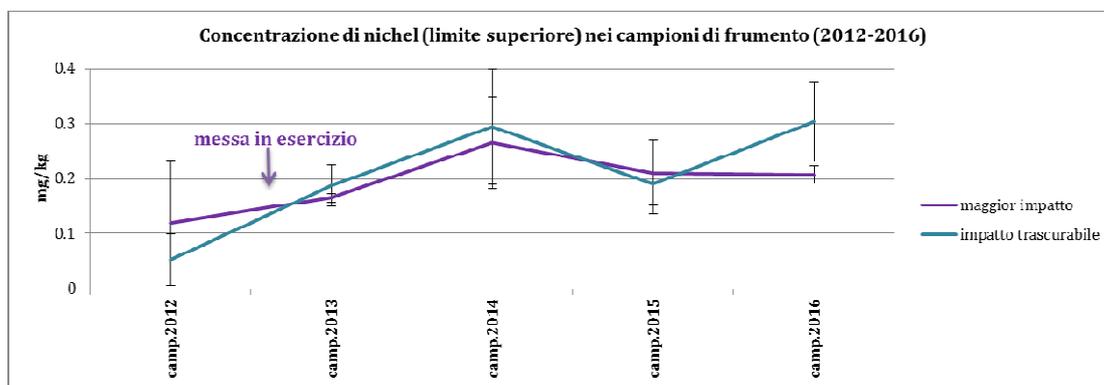


Figura 33. Concentrazione di nichel nei campioni di frumento (dati stratificati per area di provenienza)

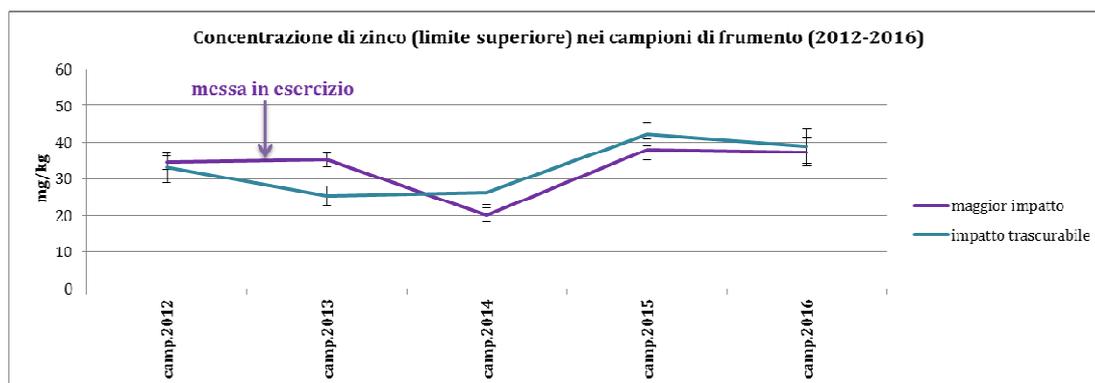


Figura 34. Concentrazione di zinco nei campioni di frumento (dati stratificati per area di provenienza)

## Confronto spaziale, fase post operam, (differenze fra area a maggior impatto e area di controllo)

Per la seconda campagna di campionamento (ante operam) sono disponibili soltanto 6 campioni di frumento, pertanto non è stato possibile operare un confronto fra area a maggior impatto e area di controllo. Nella campagna 2013, nell'area di maggior impatto, si osserva una maggior concentrazione di rame e zinco. Al contrario, nella campagna 2015 il cadmio risulta maggiormente concentrato nelle matrici raccolte in area di impatto trascurabile. Anche queste variazioni assumono una conformazione casuale e non vengono confermate nelle altre campagne di campionamento.

Post operam	camp.2013		camp.2014		camp.2015		camp.2016	
	U	p	U	p	U	p	U	P
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	7.50	0.850	–	–	–	–	–	–
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	4.00	0.248	4.00	0.245	6.00	0.508	7.50	0.850
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	6.00	0.505	4.00	0.245	7.00	0.758	7.50	0.850
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	6.00	0.317	–	–	–	–	–	–
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	4.00	0.248	4.00	0.245	6.00	0.508	7.50	0.850
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	7.00	0.739	4.00	0.245	7.00	0.758	7.50	0.850
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	6.00	0.317	–	–	–	–	–	–
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	5.00	0.386	4.00	0.245	6.00	0.508	7.50	0.850
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	5.50	0.439	4.00	0.245	7.00	0.758	7.50	0.850
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	–	–	–	–	–	–	–	–
Al (mg/Kg)	4.00	0.245	6.00	0.564	6.00	0.564	7.00	0.773
V (mg/Kg)	7.00	0.773	6.00	0.561	6.00	0.564	5.50	0.468
Fe (mg/Kg)	0.50	0.029	5.00	0.386	4.00	0.248	8.00	1.000
Co (mg/Kg)	3.00	0.142	6.50	0.663	3.50	0.166	7.00	0.758
Cu (mg/Kg)	0.00	0.021	6.00	0.564	3.00	0.149	4.00	0.248
Se (mg/Kg)	7.00	0.773	7.00	0.773	5.00	0.386	5.00	0.386
Mo (mg/Kg)	8.00	1.000	6.00	0.564	2.00	0.083	2.00	0.083
Sb (mg/Kg)	–	–	–	–	–	–	8.00	1.000
U (mg/Kg)	–	–	6.00	0.317	–	–	–	–
Pb (mg/Kg)	4.50	0.306	6.50	0.663	–	–	5.00	0.381
Cd (mg/Kg)	8.00	1.000	4.00	0.248	1.00	0.038	8.00	1.000
Cr (mg/Kg)	4.00	0.245	7.50	0.885	7.00	0.773	3.00	0.149
As (mg/Kg)	6.00	0.508	7.00	0.739	6.00	0.317	7.00	0.767
Ni (mg/Kg)	8.00	1.000	8.00	1.000	8.00	1.000	4.00	0.248
Mn (mg/Kg)	4.00	0.248	4.00	0.248	2.00	0.083	4.00	0.248
Zn (mg/Kg)	0.00	0.021	4.00	0.248	4.00	0.248	7.00	0.773

Tabella 42. Differenze fra area di maggior impatto e area di controllo (4 vs.4) nel frumento. Fase post-operam. Il valore di p fa riferimento al test a due code, significatività per test ad una coda  $U < 1$  (test U di Mann Whitney).

## Organoclorurati: profilo chimico dei campioni

Gli inquinanti organici sono risultati al di sotto della soglia di quantificazione per metà dei campioni 2015, sia nell'area a maggior impatto sia in quella ad impatto trascurabile. Inoltre, nella campagna 2016 la soglia è stata superata soltanto in due campioni (uno per ciascuna area di provenienza).

Area di maggior impatto	Camp.2012	Camp.2013	Camp.2014	Camp.2015	Camp.2016
PCDD/Fs	3.44	0.49	0	0	0
77 PCB N.O.	4.10	6.90	0	0	22.39
81 PCB N.O.	0	0	0	0	0
126 PCB N.O.	0	0	0	0	0
169 PCB N.O.	0	0	0	50	0
105 PCB M.O.	13.49	21.49	6.94	0	0
114 PCB M.O.	3.24	0	0	0	0
118 PCB M.O.	25.05	62.84	85.49	0	77.61
123 PCB M.O.	0.71	4.81	0	0	0
156 PCB M.O.	21.88	2.64	4.10	38.46	0
157 PCB M.O.	12.59	0	0.98	11.54	0
167 PCB M.O.	15.49	0.82	2.49	0	0
189 PCB M.O.	0	0	0	0	0

Tabella 43. Profilo chimico dei campioni raccolti in area di maggior impatto. Contributo percentuale del congenero alla concentrazione totale rilevata nel campione (2015: media dei 2 campioni; 2016: un solo campione)

Area di impatto trascurabile	Camp.2012	Camp.2013	Camp.2014	Camp.2015	Camp.2016
PCDD/Fs	2.59	0.74	0	50	0
77 PCB N.O.	10.68	8.36	0	0	100
81 PCB N.O.	0	0	0	0	0
126 PCB N.O.	0	0	0	0	0
169 PCB N.O.	0	0	0	50	0
105 PCB M.O.	28.95	21.12	8.10	0	0
114 PCB M.O.	2.97	0	0	0	0
118 PCB M.O.	17.28	61.22	75.65	0	0
123 PCB M.O.	0	5.75	0	0	0
156 PCB M.O.	18.89	2.13	9.28	0	0
157 PCB M.O.	10.17	0	0	0	0
167 PCB M.O.	8.47	0.69	6.97	0	0
189 PCB M.O.	0	0	0	0	0

Tabella 44. Profilo chimico dei campioni raccolti in area di controllo. Contributo percentuale del congenero alla concentrazione totale rilevata nel campione (2015: media dei 2 campioni; 2016: un solo campione)

Come per le matrici agronomiche precedenti, anche in questo caso la maggior parte dei congeneri sono stati dosati sporadicamente, pertanto si è deciso di non eseguire analisi per il trend ad eccezione dei congeneri PCB118, PCB156 e PCB157. Tali analiti non sono risultati in crescita sia per quanto riguarda i dati aggregati, sia per quanto riguarda i dati stratificati per area di provenienza<sup>35</sup>.

<sup>35</sup> Confronto per trend tutti i campioni: PCB118, JT standar=-2.92, p= 1; PCB156, JT standard=-3.09, p=1; PCB157 JT standard=-2.08, p=0.98

Confronto per trend esposti: PCB118, JT standar=-1.99, p=0.98; PCB156, JT standard=-2.03, p=0.98; PCB157, JT standard=-1.82, p=0.97

Confronto per trend controlli: PCB118, JT standar=-2.11, p=0.98; PCB156, JT standard=-2.38, p=0.99; PCB157 JT standard=-1.12, p=0.87

## TAVOLA RIASSUNTIVA DEGLI ANALITI IN AUMENTO

Data la complessità delle analisi esposte, si è ritenuto utile fornire una tabella riassuntiva dei metalli risultati in aumento nelle matrici agronomiche, distinguendo l'area di maggior impatto dall'area di controllo. Si ricorda che dal 2011 al 2016 nessun aumento è stato osservato per le matrici zootecniche.

	Maggior impatto	Area di controllo
<b>Pomodoro</b>	Alluminio	—
	Rame	—
<b>Cucurbitacee</b>	Piombo	Piombo
	—	Manganese
<b>Fumento</b>	—	Rame
	—	Nichel
	—	Zinco

Tabella 45. Elenco dei metalli per i quali si è osservato un aumento nel tempo

La tabella mostra un aumento temporale per pochi analiti, diversi per matrice e presenti sia in area di maggior impatto che in area di controllo. Il quadro delineato risulta disomogeneo e pertanto non è sufficiente, almeno per il momento, ad indicare la presenza di una qualsiasi fonte aggiuntiva di inquinamento in area di maggior impatto. Si ricorda inoltre che l'aumento del piombo (visibile in entrambe le aree di campionamento) è di lieve entità e che i campioni risultano ampiamente al di sotto dei tenori massimi consentiti.

## SITUAZIONE DELLE PIOGGE NEGLI ANNI DI CAMPIONAMENTO DELLE MATRICI AGRONOMICHE

A differenza del latte e della maggior parte dei campioni di fieno, il prelievo delle matrici agronomiche è sempre stato effettuato direttamente dal campo di coltivazione. Grazie ai campionamenti “in loco” è possibile conoscere, oltre alla posizione, la data esatta di rimozione della matrice dal campo di origine<sup>36</sup>. Per le matrici agronomiche è quindi possibile risalire al quantitativo di millimetri di pioggia caduti nei trenta giorni antecedenti la rimozione del campione dal suolo e quindi avere una stima del dilavamento subito da ogni singolo campione. Ovviamente la quantificazione dei millimetri di pioggia caduti fornisce anche una stima indiretta del quantitativo di acqua piovana di cui le piante hanno potuto usufruire nel periodo del loro sviluppo<sup>37</sup>.

Nella relazione precedente si era discusso sulla potenziale azione confondente della pioggia riguardo l'accumulo degli inquinanti organici e metallici: non si può infatti escludere l'esistenza di una relazione, che leghi l'aumento della piovosità alla variazione nella concentrazione di inquinanti. Avendo adesso a disposizione un numero maggiore di dati, si è proceduto ad investigare la potenziale correlazione fra millimetri di pioggia caduta e concentrazione degli inquinanti, mediante il test di correlazione di Spearman (non parametrico).

Le analisi statistiche non hanno fornito risultati conclusivi: la concentrazione di vanadio risulta inversamente correlata con i millimetri di pioggia caduta in cucurbitacee e frumento e si osserva la stessa tendenza anche nel pomodoro; ulteriori correlazioni sono però rilevate quasi esclusivamente per il frumento. In questa matrice emerge infatti una correlazione negativa fra quantità di pioggia ed elementi/composti quali selenio, cadmio e totale di organoclorurati. Tuttavia emerge anche una correlazione positiva fra pioggia e alluminio di difficile interpretazione.

	pomodoro		cucurbitacee		frumento	
	Rho di Spearman	p	Rho di Spearman	p	Rho di Spearman	p
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	0.07	0.650	0.08	0.562	-0.32	0.049
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	0.16	0.309	0.04	0.776	-0.40	0.013
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	0.07	0.668	0.10	0.500	-0.36	0.025
Al (mg/Kg)	-0.29	0.052	0.17	0.241	0.33	0.046
V (mg/Kg)	-0.25	0.099	-0.31	0.029	-0.77	0.000
Fe (mg/Kg)	-0.22	0.151	-0.04	0.802	0.09	0.586
Co (mg/Kg)	-0.02	0.907	-0.02	0.893	-0.16	0.342
Cu (mg/Kg)	-0.21	0.169	0.12	0.426	-0.16	0.348
Se (mg/Kg)	0.04	0.807	0.08	0.574	-0.45	0.004
Mo (mg/Kg)	0.08	0.598	-0.13	0.383	-0.20	0.237
Sb (mg/Kg)	-0.15	0.334	-0.04	0.757	–	–
U (mg/Kg)	-0.06	0.716	–	–	0.04	0.802
Pb (mg/Kg)	0.20	0.185	-0.08	0.593	-0.24	0.150
Cd (mg/Kg)	-0.14	0.350	-0.13	0.366	-0.45	0.005
Cr (mg/Kg)	0.18	0.232	0.22	0.124	-0.18	0.266
As (mg/Kg)	-0.07	0.632	0.05	0.745	-0.10	0.532
Ni (mg/Kg)	0.02	0.892	0.10	0.489	0.25	0.133
Mn (mg/Kg)	-0.27	0.074	-0.21	0.144	0.02	0.927
Zn (mg/Kg)	-0.22	0.147	0.03	0.825	0.15	0.354

Tabella 46. Correlazione fra millimetri di pioggia caduta nel mese precedente la raccolta e concentrazione di inquinanti nelle matrici agronomiche

<sup>36</sup> Per il fieno questo non è stato sempre possibile. Durante il periodo ante operam (e in alcuni casi del post operam) i campioni sono stati prelevati da rotoballe di provenienza certa, assemblate nei giorni antecedenti al prelievo. In questo modo, sebbene la data di prelievo dalla rotoballa e il campo di provenienza siano associati, la data di rimozione del campione dal luogo di coltura non è sempre specificata e può variare di alcuni giorni.

<sup>37</sup> I dati relativi alla quantità di pioggia caduta sono ottenibili dal servizio “Dext3r” (<https://simc.arpae.it/dext3r/>)

## RIEPILOGO

Il presente documento riassume i risultati dei campionamenti di matrici agro-zootecniche eseguiti fra il 2011 e il 2016 nell'ambito del Piano di Sorveglianza Sanitaria del Polo Ambientale Integrato di Parma (PSS-PAIP). Questo piano prevede il prelievo di matrici agro-zootecniche da aree definite "a maggior impatto" su base modellistica e da aree in cui l'impatto può considerarsi trascurabile. La concentrazione di inquinanti organici, metalli e non metalli è stata saggiata per ciascun campione (IZS-Lombardia ed Emilia Romagna) e sono state indagate le variazioni nel tempo, sia nel totale dei campioni che negli stessi suddivisi per le due aree di campionamento. Secondo quanto riportato nella VIA (Valutazione di Impatto Ambientale) e nella VIS (Valutazione di Impatto sulla Salute), le emissioni dell'inceneritore, in condizioni normali, non dovrebbero determinare modificazioni sostanziali nella qualità delle matrici agro-zootecniche già interessate dagli effetti dell'ambiente antropizzato e dalle variazioni meteo-climatiche. Scopo di questa branca della sorveglianza sanitaria è quindi quello di investigare l'eventuale presenza di andamenti anomali nelle concentrazioni degli inquinanti e saggiare l'esistenza di possibili aumenti di tali molecole nel tempo, passando dal periodo precedente all'accensione del PAIP (2011-2012) al periodo post operam, in cui l'impianto è passato da una fase di esercizio provvisorio (2013) a quella di esercizio continuativo di marcia controllata (2014-2016). In caso le emissioni del PAIP dovessero rappresentare un'aggiunta rispetto al "rumore di fondo" rappresentato dall'inquinamento generalizzato nella Pianura Padana, tale fenomeno dovrebbe tradursi nell'innalzamento progressivo della concentrazione di vari inquinanti contemporaneamente. Di conseguenza in questo monitoraggio sono presi in considerazione molti tipi diversi di molecole/elementi da ricercarsi in diversi tipi di matrice (latte, fieno, pomodoro, tre varietà di cucurbitacee e frumento). Per essere indicativo della presenza di una fonte di inquinamento aggiuntiva come l'inceneritore, l'aumento nel tempo di una o più sostanze, dovrebbe verificarsi in più matrici e soltanto in area di maggior impatto.

Nei sei anni di campionamento è stato possibile delineare un quadro essenzialmente stabile, in cui le modificazioni nella concentrazione degli analiti – quando esistenti - sono sempre di debole entità. Le poche indicazioni di un possibile aumento nel tempo di inquinanti sono risultate sempre a carico delle matrici agronomiche: i trend rilevati tuttavia non riguardano mai i metalli da sottoporre a specifico monitoraggio delle emissioni da incenerimento e si riscontrano con la stessa frequenza sia in area di maggior impatto che in quella ad impatto trascurabile (si veda la tavola riassuntiva degli analiti in aumento), lasciando ipotizzare che tali andamenti rientrino nelle oscillazioni casuali attribuibili a fattori di pressione ambientale diffusi sul territorio. È inoltre necessario ricordare che i cambiamenti di concentrazione descritti, sono risultati significativi da un punto di vista statistico, ma da un punto di vista biologico sono estremamente modesti e quindi sostanzialmente ininfluenti sulla qualità delle matrici, che rimane invariata.

L'attenta osservazione dei dati suggerisce anche l'esistenza di vari inquinanti in diminuzione. Lo studio del profilo chimico delle matrici evidenzia il calo progressivo di organoclorurati con particolare riferimento a diossine e furani. Questi ultimi infatti risultano quasi completamente assenti nei campioni di latte 2015 e 2016 con l'unica eccezione del congenere 23478PeCDF. Anche per quanto riguarda le matrici vegetali, in cui gli inquinanti organici sono già di per loro scarsi, nei campionamenti 2015 e 2016 la concentrazione dei vari congeneri è quasi sempre risultata al di sotto della soglia di quantificazione strumentale. Infine, fra i metalli, risulta degna di nota la diminuzione del vanadio, particolarmente nei campioni di pomodoro e di frumento.

Sebbene in questa relazione sia stato dato maggior peso all'analisi dell'andamento temporale nelle due aree, il confronto fra area a maggior impatto e area di controllo è stato condotto anche separatamente per ciascuna stagione di prelievo. Nel 2015-2016 la differenza spaziale è stata rilevata in pochi casi e la concentrazione degli analiti è risultata talvolta superiore in area di maggior impatto, talvolta in area di controllo, senza delineare un quadro coerente.

Sebbene non sia ancora possibile condurre dei test statistici, anche in questa relazione è da segnalare il superamento della soglia di quantificazione strumentale per l'uranio in alcuni campioni agronomici. Già nel 2014 la soglia era stata raggiunta in due campioni di frumento, uno in area di deposizione (0.007 mg/Kg) e uno in area di controllo (0.005 mg/Kg). Successivamente nel 2015 nessun campione ha mostrato valori sopra la soglia di rilevabilità (pari a 0.005 mg/kg) ma nel 2016 alcuni campioni hanno mostrato valori di uranio lievemente superiori alla soglia particolarmente in area di maggior impatto (massimo registrato: 0.009 mg/kg in un campione di frumento). Un'analisi preliminare dei dati 2017 ha visto il superamento delle soglie di quantificazione strumentale dell'uranio in altri campioni, tutti di frumento, sia in area di maggior impatto (n=3) che in area di controllo (n=4). Tale fenomeno è stato già osservato in precedenza nelle matrici di fieno: nel caso specifico l'uranio risultava in aumento nelle prime tre campagne di campionamento in entrambe le aree, ma successivamente la concentrazione di questo elemento è tornata ad assestarsi su valori prossimi alla soglia di rilevabilità. È importante ricordare che l'uranio non è solitamente associato ad emissioni da incenerimento di rifiuti e che elementi radioattivi come trizio, uranio, radio sono presenti normalmente nel terreno, nell'acqua, nell'aria e negli organismi viventi<sup>38</sup>. L'uranio-238 per esempio, è uno degli isotopi presenti da sempre nella crosta terrestre, in una quantità attuale che costituisce circa la metà della quantità originariamente presente sulla terra (circa 4,5 miliardi di anni fa)<sup>39</sup>. L'uranio può essere presente in natura anche all'interno di minerali, definiti appunto "uraniferi"<sup>40</sup>, per questo motivo non appare sorprendente il fatto di rilevare saltuariamente la presenza di tale metallo nei campionamenti ambientali. Le concentrazioni di Uranio rilevate in questo progetto sono estremamente basse e non si discostano da quello che normalmente è considerato "rumore di fondo".

In ultimo, in questo documento vengono affrontati alcuni aspetti specifici sulle fonti di variazione e confondimento nei vegetali, indagando alcune differenze potenzialmente attribuibili a fattori fisiologici e ad agenti chimico fisici. Nel fieno, dai grafici si evince una maggior presenza di molibdeno nei primi sfalci della stagione e una maggior concentrazione di rame e selenio negli sfalci tardivi (fine dell'estate). Attualmente i dati non permettano di attribuire le differenze osservate a fattori ambientali oppure fisiologici, ma suggeriscono di prestare un'attenzione particolare ai momenti e alle condizioni di prelievo. Sempre in relazione al momento di prelievo, è stata stimata la somma di millimetri di pioggia caduta sulle matrici agronomiche il mese prima della raccolta: sebbene esista una correlazione negativa fra la quantità di pioggia e la concentrazione di alcune sostanze, i dati attualmente a disposizione sono ancora insufficienti a trarre delle conclusioni.

L'avanzamento del progetto vede i campionamenti 2017 completati e analizzati mentre la stagione 2018 è attualmente in via di completamento.

---

<sup>38</sup> <http://www.arpalombardia.it/Pages/Radioattivita/Radioattivita.aspx>

<sup>39</sup> <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/radioattivita-ambientale/radioattivita>

<sup>40</sup> Ravagnani D., 1974. I giacimenti uraniferi italiani e i loro minerali. Gruppo Mineralogico Lombardo.

## ALLEGATO. Tabelle relative a media, errore standard e mediane

Di seguito vengono riportate due tipologie di tabella:

- 1) Media  $\pm$  errore standard. Sebbene per piccoli gruppi di campioni non sia l'indice di tendenza centrale più esplicativo, la media è tuttavia il parametro più noto e comprensibile anche per i non addetti ai lavori. Nonostante i risultati siano meglio descritti dalla mediana e dai relativi test non parametrici, per semplicità la media aritmetica e i grafici corrispondenti sono stati impiegati per illustrare i dettagli riportati in alcune sezioni di questo lavoro.
- 2) Mediana. Rappresenta il valore centrale nella distribuzione ordinata delle concentrazioni registrate in ciascun gruppo. I test non parametrici sono meglio interpretabili alla luce delle mediane poiché queste sono meno sensibili delle medie alla presenza di dati anomali.

In tutte le tabelle, per i composti organoclorurati, vengono riportati i totali TEQ (valore tossicologico equivalente, espresso come limite superiore, intermedio e inferiore). In particolare troviamo: Diossine e Furani (PCDD/Fs), Policlorobifenili diossina-simili (DL-PCBs) e la somma dei due gruppi (PCDD/Fs+DL-PCBs). Sono riportati anche i totali dei Policlorobifenili "non diossina simili" (NDL-PCB) e le concentrazioni dei metalli rintracciati nei campioni.

### Nota sulla stima delle tossicità equivalenti:

Sono stati ricercati 29 composti fra diossine, furani e PCBs (congeneri); i vari congeneri sono caratterizzati da un livello di tossicità differente in funzione dei legami chimici che li contraddistinguono. Per poter stimare la tossicità totale di un campione, le concentrazioni di ogni singolo congenere sono state prima "pesate", moltiplicandole per i loro fattori di tossicità equivalente (tossicità del composto rapportata a quella della 2,3,7,8-tetra cloro dibenzo-diossina, secondo i parametri fissati nel Reg CE 252/2012).

Successivamente sono state calcolate le concentrazioni totali degli inquinanti che, in funzione della correzione secondo le tossicità equivalenti, vengono definiti totali-TEQ

I totali-TEQ sono stati calcolati come:

- limite superiore: attribuendo alle concentrazioni sotto la soglia di rilevabilità strumentale, il valore della soglia di rilevabilità stessa
- limite intermedio: attribuendo alle concentrazioni sotto la soglia di rilevabilità strumentale, il valore pari alla metà della soglia di rilevabilità stessa
- limite inferiore: attribuendo alle concentrazioni sotto la soglia di rilevabilità strumentale, valore pari a zero

Il limite superiore è la quantificazione più cautelativa delle concentrazioni di organoclorurati e viene utilizzata per il confronto con i limiti di legge-quando presenti. La differenza fra il limite superiore e quello inferiore dei totali TEQ rappresenta il range di variazione all'interno del quale cade il valore reale del totale TEQ. Per confrontare la dimensione di questi intervalli fra i diversi campioni viene stimata la differenza percentuale prendendo come riferimento (100%) il totale TEQ-limite superiore. Nel Scientific Report 2012 (pag.13), EFSA raccomanda di escludere dall'analisi statistica i campioni di alimenti e mangimi caratterizzati da uno scarto fra limite superiore e inferiore maggiore del 30%, soprattutto nel caso in cui i totali TEQ-limite superiore si collochino al di sopra di 0.8 pg TEQWHO98/g.



## Latte

### Composti/elementi non analizzati

Per conoscenza si precisa che, oltre agli analiti riportati nelle tabelle, sono stati ricercati anche Cobalto, Argento, Tallio, Uranio, Cadmio, Mercurio e Arsenico, oltre ai principali Idrocarburi Policiclici Aromatici (i cui risultati analitici non sono ancora disponibili). Poiché i metalli sopracitati sono risultati quasi sempre al di sotto della soglia di rilevabilità, non sono stati presi in considerazione nelle elaborazioni successive. Per il calcolo della media e della mediana, nei metalli saltuariamente caratterizzati da concentrazioni inferiori alla soglia di rilevabilità strumentale, è stato assunto quale valore quello della soglia stessa (come per i limiti superiori nei totali TEQ).

N.B. In tutte le tabelle relative al latte per diossine, furani e PCBs diossina-simili i dati sono espressi in pgTEQ/glw (glw=grammo di grasso), per i PCBs non diossina-simili l'unità di misura è ng/glw, mentre i metalli sono espressi in mg/Kg.

	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
PCDD/Fs lim. sup.	0.212 ± 0.033	0.334 ± 0.042	0.401 ± 0.091	0.221 ± 0.014	0.173 ± 0.003	0.186 ± 0.008	0.175 ± 0.002	0.196 ± 0.006	0.192 ± 0.007	0.175 ± 0.003
DL-PCBs lim. sup.	0.782 ± 0.152	0.771 ± 0.094	0.730 ± 0.082	0.826 ± 0.085	0.75 ± 0.11	0.667 ± 0.065	0.570 ± 0.048	0.702 ± 0.102	0.528 ± 0.062	0.448 ± 0.079
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0.994 ± 0.183	1.105 ± 0.116	1.131 ± 0.093	1.046 ± 0.088	0.923 ± 0.109	0.852 ± 0.07	0.745 ± 0.047	0.898 ± 0.104	0.720 ± 0.067	0.623 ± 0.079
PCDD/Fs lim. int.	0.144 ± 0.040	0.270 ± 0.046	0.334 ± 0.092	0.153 ± 0.019	0.09 ± 0.004	0.103 ± 0.008	0.091 ± 0.003	0.118 ± 0.007	0.113 ± 0.008	0.092 ± 0.004
DL-PCBs lim. int.	0.765 ± 0.154	0.752 ± 0.094	0.712 ± 0.082	0.807 ± 0.086	0.734 ± 0.112	0.65 ± 0.067	0.552 ± 0.048	0.616 ± 0.058	0.509 ± 0.062	0.368 ± 0.033
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0.909 ± 0.192	1.023 ± 0.117	1.046 ± 0.092	0.960 ± 0.089	0.823 ± 0.11	0.753 ± 0.072	0.642 ± 0.047	0.734 ± 0.063	0.621 ± 0.068	0.460 ± 0.035
PCDD/Fs lim. inf.	0.076 ± 0.047	0.206 ± 0.050	0.268 ± 0.093	0.085 ± 0.025	0.006 ± 0.006	0.021 ± 0.009	0.006 ± 0.003	0.037 ± 0.009	0.034 ± 0.010	0.008 ± 0.005
DL-PCBs lim. inf.	0.749 ± 0.156	0.734 ± 0.094	0.694 ± 0.082	0.789 ± 0.086	0.717 ± 0.114	0.633 ± 0.068	0.533 ± 0.048	0.612 ± 0.058	0.489 ± 0.063	0.348 ± 0.033
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.825 ± 0.201	0.941 ± 0.119	0.962 ± 0.091	0.873 ± 0.090	0.723 ± 0.111	0.654 ± 0.074	0.540 ± 0.047	0.649 ± 0.065	0.523 ± 0.069	0.356 ± 0.035
NDL-PCBs lim. sup.	7.219 ± 0.448	7.672 ± 1.352	6.407 ± 0.186	6.650 ± 0.266	7.988 ± 0.83	6.238 ± 0.134	7.076 ± 0.238	6.156 ± 0.092	6.070 ± 0.070	mai sopra soglia <sup>2</sup>
NDL-PCBs lim. int.	5.031 ± 0.529	5.422 ± 1.543	3.844 ± 0.357	4.213 ± 0.404	5.988 ± 0.911	3.738 ± 0.25	5.138 ± 0.231	3.530 ± 0.241	3.195 ± 0.195	mai sopra soglia <sup>2</sup>
NDL-PCBs lim. inf.	2.844 ± 0.627	3.172 ± 1.739	1.282 ± 0.531	1.775 ± 0.547	3.988 ± 0.994	1.238 ± 0.378	3.200 ± 0.242	0.905 ± 0.396	0.320 ± 0.320	mai sopra soglia <sup>2</sup>
Al	0.025 ± 0.007	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.007 ± 0.002	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.012 ± 0.005	0.047 ± 0.024	0.119 ± 0.114	0.006 ± 0.001
V	0.271 ± 0.214	0.119 ± 0.048	0.113 ± 0.042	0.013 ± 0.012	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.011 ± 0.001	0.005 ± 0.001	mai sopra soglia <sup>2</sup>
Fe	1.169 ± 0.607	1.036 ± 0.226	0.781 ± 0.268	0.235 ± 0.045	0.412 ± 0.024	0.402 ± 0.016	0.444 ± 0.014	0.731 ± 0.128	0.427 ± 0.050	0.014 ± 0.013
Cu	0.082 ± 0.039	0.039 ± 0.008	0.043 ± 0.008	0.048 ± 0.006	0.028 ± 0.003	0.023 ± 0.002	0.041 ± 0.003	0.045 ± 0.002	0.039 ± 0.004	0.008 ± 0.007
Se	0.025 ± 0.002	0.023 ± 0.002	0.026 ± 0.002	0.023 ± 0.004	0.02 ± 0.002	0.018 ± 0.001	0.022 ± 0.002	0.028 ± 0.004	0.024 ± 0.003	0.016 ± 0.002
Mo	0.043 ± 0.003	0.048 ± 0.004	0.043 ± 0.003	0.053 ± 0.008	0.034 ± 0.001	0.036 ± 0.002	0.034 ± 0.002	0.043 ± 0.002	0.044 ± 0.002	0.032 ± 0.005
Sb	mai sopra soglia	0.039 ± 0.028	0.105 ± 0.038	0.008 ± 0.002	mai sopra soglia					
Pb	mai sopra soglia	0.003 ± 0.001	0.004 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.0020 ± 0.0000	0.0023 ± 0.0003	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Cr	0.278 ± 0.219	0.119 ± 0.046	0.137 ± 0.031	0.017 ± 0.008	0.045 ± 0.003	0.039 ± 0.002	0.005 ± 0.000	0.011 ± 0.004	0.008 ± 0.000	0.006 ± 0.001
Ni	0.114 ± 0.106	0.042 ± 0.017	0.093 ± 0.030	0.015 ± 0.002	0.035 ± 0.002	0.031 ± 0.001	mai sopra soglia	0.028 ± 0.015	mai sopra soglia	0.004 ± 0.001
Mn	0.035 ± 0.017	0.320 ± 0.297	0.017 ± 0.004	0.022 ± 0.004	0.025 ± 0.005	0.02 ± 0.002	0.016 ± 0.002	0.017 ± 0.001	0.017 ± 0.004	0.010 ± 0.002
Zn	3.330 ± 0.144	2.821 ± 0.212	2.945 ± 0.115	3.488 ± 0.111	3.283 ± 0.086	3.328 ± 0.135	3.133 ± 0.071	3.159 ± 0.092	3.127 ± 0.230	2.889 ± 0.436

Tabella 47. Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nelle prime tre campagne di campionamento (fase ante operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Latte. Dati in forma aggregata.

	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
PCDD/Fs lim. sup.	0.174	0.360	0.243	0.215	0.170	0.179	0.170	0.194	0.185	0.170
DL-PCBs lim. sup.	0.604	0.663	0.649	0.782	0.653	0.668	0.520	0.646	0.499	0.393
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0.796	1.101	1.120	1.036	0.823	0.842	0.703	0.847	0.686	0.574
PCDD/Fs lim. int.	0.097	0.295	0.189	0.136	0.085	0.096	0.085	0.117	0.106	0.085
DL-PCBs lim. int.	0.585	0.644	0.630	0.763	0.634	0.650	0.501	0.597	0.480	0.373
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0.708	1.040	1.029	0.957	0.719	0.739	0.602	0.714	0.585	0.472
PCDD/Fs lim. inf.	0.021	0.230	0.135	0.057	0.000	0.013	0.000	0.041	0.027	0.000
DL-PCBs lim. inf.	0.567	0.626	0.612	0.745	0.615	0.631	0.483	0.593	0.461	0.352
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.620	0.978	0.938	0.878	0.615	0.636	0.501	0.616	0.484	0.369
NDL-PCBs lim. sup	6.859	6.124	6.090	6.300	7.400	6.100	6.836	6.021	6.000	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. int	4.859	3.624	3.340	3.800	5.400	3.600	5.025	3.270	3.000	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. inf	2.859	1.124	0.590	1.300	3.400	1.100	3.025	0.520	0.000	mai sopra soglia
Al	0.020	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	0.005	0.005	0.005
V	0.058	0.069	0.090	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.012	0.005	mai sopra soglia
Fe	0.622	0.842	0.853	0.185	0.398	0.396	0.443	0.557	0.393	0.001
Cu	0.039	0.031	0.045	0.050	0.026	0.022	0.044	0.047	0.043	0.001
Se	0.025	0.024	0.024	0.019	0.019	0.018	0.022	0.024	0.022	0.018
Mo	0.044	0.045	0.044	0.052	0.034	0.038	0.033	0.044	0.043	0.035
Sb	mai sopra soglia	0.016	0.092	0.005	mai sopra soglia					
Pb	mai sopra soglia	0.002	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.002	0.002	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Cr	0.060	0.061	0.127	0.005	0.044	0.040	0.005	0.006	0.008	0.003
Ni	0.007	0.020	0.109	0.012	0.036	0.033	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.003
Mn	0.018	0.022	0.020	0.020	0.020	0.020	0.015	0.017	0.014	0.010
Zn	3.423	2.710	2.955	3.493	3.330	3.455	3.140	3.200	3.291	3.240

Tabella 48. Mediane dei campioni di latte. Dati in forma aggregata.

	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
PCDD/Fs lim. sup.	0.181 ± 0.010	0.363 ± 0.058	0.430 ± 0.145	0.206 ± 0.007	mai sopra soglia	0.179 ± 0.003	0.174 ± 0.003	0.199 ± 0.004	0.195 ± 0.014	0.175 ± 0.005
DL-PCBs lim. sup.	0.687 ± 0.099	0.799 ± 0.097	0.825 ± 0.147	0.933 ± 0.110	0.733 ± 0.105	0.617 ± 0.088	0.637 ± 0.080	0.874 ± 0.157	0.532 ± 0.071	0.550 ± 0.144
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0.867 ± 0.098	1.162 ± 0.130	1.254 ± 0.104	1.138 ± 0.116	0.904 ± 0.105	0.796 ± 0.088	0.811 ± 0.079	1.073 ± 0.154	0.726 ± 0.082	0.725 ± 0.143
PCDD/Fs lim. int.	0.108 ± 0.015	0.303 ± 0.066	0.360 ± 0.149	0.127 ± 0.006	mai sopra soglia	0.096 ± 0.004	0.089 ± 0.004	0.123 ± 0.005	0.114 ± 0.017	0.091 ± 0.006
DL-PCBs lim. int.	0.668 ± 0.099	0.781 ± 0.098	0.806 ± 0.148	0.914 ± 0.110	0.715 ± 0.105	0.599 ± 0.088	0.619 ± 0.080	0.706 ± 0.075	0.512 ± 0.071	0.412 ± 0.052
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0.776 ± 0.098	1.084 ± 0.131	1.167 ± 0.108	1.042 ± 0.116	0.8 ± 0.105	0.695 ± 0.087	0.708 ± 0.079	0.829 ± 0.078	0.626 ± 0.083	0.503 ± 0.053
PCDD/Fs lim. inf.	0.036 ± 0.0196	0.243 ± 0.076	0.290 ± 0.154	0.049 ± 0.006	mai sopra soglia	0.014 ± 0.005	0.004 ± 0.004	0.038 ± 0.013	0.033 ± 0.019	0.008 ± 0.008
DL-PCBs lim. inf.	0.650 ± 0.100	0.763 ± 0.098	0.789 ± 0.148	0.896 ± 0.110	0.697 ± 0.106	0.58 ± 0.088	0.600 ± 0.080	0.703 ± 0.075	0.493 ± 0.071	0.392 ± 0.052
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.685 ± 0.99	1.005 ± 0.133	1.079 ± 0.111	0.945 ± 0.116	0.697 ± 0.106	0.593 ± 0.087	0.604 ± 0.079	0.741 ± 0.083	0.526 ± 0.085	0.400 ± 0.054
NDL-PCBs lim. sup	6.850 ± 0.429	6.532 ± 0.236	6.610 ± 0.304	6.875 ± 0.431	7.325 ± 0.413	6.1 ± 0.1	7.177 ± 0.476	6.276 ± 0.171	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. int	4.475 ± 0.660	4.282 ± 0.380	4.235 ± 0.536	4.500 ± 0.661	5.325 ± 0.413	3.475 ± 0.33	5.175 ± 0.475	3.775 ± 0.452	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. inf	2.100 ± 0.895	2.032 ± 0.524	1.860 ± 0.772	2.125 ± 0.896	3.325 ± 0.413	0.85 ± 0.568	3.175 ± 0.475	1.275 ± 0.739	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Al	0.029 ± 0.014	mai sopra soglia	0.019 ± 0.009	0.038 ± 0.033	mai sopra soglia	0.007 ± 0.002				
V	0.050 ± 0.015	0.160 ± 0.087	0.050 ± 0.040	0.002 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.011 ± 0.002	0.005 ± 0.001	mai sopra soglia
Fe	0.578 ± 0.141	1.346 ± 0.365	0.429 ± 0.249	0.203 ± 0.030	0.43 ± 0.027	0.416 ± 0.027	0.439 ± 0.030	0.651 ± 0.168	0.458 ± 0.105	mai sopra soglia
Cu	0.072 ± 0.036	0.047 ± 0.015	0.037 ± 0.013	0.045 ± 0.011	0.025 ± 0.004	0.02 ± 0.003	0.038 ± 0.004	0.043 ± 0.002	0.033 ± 0.006	mai sopra soglia
Se	0.024 ± 0.002	0.024 ± 0.003	0.026 ± 0.004	0.019 ± 0.006	0.017 ± 0.001	0.017 ± 0.001	0.019 ± 0.002	0.023 ± 0.005	0.023 ± 0.005	0.017 ± 0.001
Mo	0.039 ± 0.004	0.051 ± 0.008	0.042 ± 0.002	0.063 ± 0.010	0.034 ± 0	0.037 ± 0.001	0.036 ± 0.003	0.040 ± 0.003	0.045 ± 0.003	0.034 ± 0.005
Sb	mai sopra soglia	0.010 ± 0.003	0.057 ± 0.052	0.008 ± 0.003	mai sopra soglia					
Pb	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.004 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.002 ± 0	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Cr	0.050 ± 0.018	0.163 ± 0.090	0.083 ± 0.024	0.018 ± 0.012	0.047 ± 0.002	0.041 ± 0.001	mai sopra soglia	0.010 ± 0.004	0.008 ± 0.001	mai sopra soglia
Ni	0.006 ± 0.001	0.056 ± 0.034	0.057 ± 0.031	0.012 ± 0.003	0.037 ± 0.001	0.032 ± 0.001	mai sopra soglia	0.026 ± 0.021	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Mn	0.017 ± 0.001	0.620 ± 0.593	0.012 ± 0.004	0.024 ± 0.007	0.024 ± 0.006	0.022 ± 0.003	0.018 ± 0.005	0.016 ± 0.001	0.019 ± 0.008	0.011 ± 0.001
Zn	3.121 ± 0.245	2.830 ± 0.360	2.757 ± 0.164	3.452 ± 0.175	3.308 ± 0.093	3.418 ± 0.154	3.053 ± 0.120	3.048 ± 0.113	2.796 ± 0.400	3.115 ± 0.299

Tabella 49. Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli. Latte. Area a maggior impatto.

	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
PCDD/Fs lim. sup.	0.172	0.383	0.360	0.202	mai sopra soglia	0.179	0.170	0.201	0.192	0.170
DL-PCBs lim. sup.	0.720	0.803	0.821	0.898	0.690	0.626	0.612	0.818	0.505	0.481
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0.913	1.250	1.268	1.100	0.861	0.800	0.789	1.021	0.697	0.661
PCDD/Fs lim. int.	0.097	0.311	0.288	0.124	mai sopra soglia	0.096	0.085	0.123	0.112	0.085
DL-PCBs lim. int.	0.702	0.784	0.804	0.879	0.671	0.607	0.594	0.679	0.486	0.451
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0.828	1.182	1.177	1.003	0.757	0.698	0.687	0.795	0.599	0.548
PCDD/Fs lim. inf.	0.021	0.239	0.215	0.046	mai sopra soglia	0.013	0.000	0.045	0.033	0.000
DL-PCBs lim. inf.	0.683	0.765	0.786	0.861	0.653	0.589	0.575	0.675	0.468	0.431
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.743	1.113	1.085	0.906	0.653	0.595	0.584	0.698	0.500	0.446
NDL-PCBs lim. sup	6.894	6.523	6.615	6.850	7.250	6.000	6.813	6.201	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. int	4.644	4.273	4.365	4.600	5.250	3.250	4.810	3.700	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. inf	2.394	2.023	2.115	2.350	3.250	0.500	2.810	1.200	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Al	0.026	mai sopra soglia	0.014	0.005	mai sopra soglia	0.006				
V	0.039	0.089	0.014	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.012	0.006	mai sopra soglia
Fe	0.635	1.332	0.373	0.185	0.423	0.404	0.425	0.536	0.381	mai sopra soglia
Cu	0.056	0.038	0.031	0.041	0.024	0.019	0.039	0.044	0.036	mai sopra soglia
Se	0.025	0.025	0.023	0.017	0.018	0.017	0.017	0.018	0.026	0.018
Mo	0.040	0.050	0.044	0.071	0.034	0.038	0.035	0.041	0.043	0.034
Sb	mai sopra soglia	0.010	0.005	0.005	0.005	mai sopra soglia				
Pb	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.004	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.002	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Cr	0.042	0.095	0.068	0.007	0.047	0.041	mai sopra soglia	0.006	0.008	mai sopra soglia
Ni	0.005	0.026	0.046	0.010	0.036	0.033	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Mn	0.017	0.033	0.011	0.020	0.019	0.020	0.015	0.016	0.013	0.010
Zn	3.082	2.510	2.660	3.455	3.330	3.470	3.045	3.010	2.599	2.950

Tabella 50. Mediane dei campioni di latte. Area a maggior impatto

	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
PCDD/Fs lim. sup.	0.244 ± 0.066	0.305 ± 0.067	0.372 ± 0.130	0.236 ± 0.027	0.176 ± 0.005	0.193 ± 0.015	0.177 ± 0.004	0.193 ± 0.012	0.190 ± 0.006	0.176 ± 0.005
DL-PCBs lim. sup.	0.877 ± 0.304	0.742 ± 0.176	0.636 ± 0.060	0.719 ± 0.120	0.767 ± 0.213	0.716 ± 0.102	0.503 ± 0.039	0.530 ± 0.068	0.524 ± 0.114	0.345 ± 0.034
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	1.121 ± 0.370	1.047 ± 0.208	1.007 ± 0.140	0.954 ± 0.130	0.943 ± 0.21	0.909 ± 0.115	0.680 ± 0.038	0.723 ± 0.080	0.714 ± 0.120	0.521 ± 0.038
PCDD/Fs lim. int.	0.180 ± 0.081	0.238 ± 0.070	0.309 ± 0.129	0.178 ± 0.036	0.094 ± 0.009	0.11 ± 0.016	0.092 ± 0.004	0.114 ± 0.014	0.112 ± 0.007	0.092 ± 0.007
DL-PCBs lim. int.	0.863 ± 0.308	0.724 ± 0.176	0.617 ± 0.060	0.700 ± 0.120	0.752 ± 0.217	0.701 ± 0.106	0.485 ± 0.039	0.526 ± 0.068	0.505 ± 0.115	0.325 ± 0.034
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	1.043 ± 0.388	0.961 ± 0.211	0.926 ± 0.136	0.878 ± 0.137	0.846 ± 0.212	0.811 ± 0.12	0.577 ± 0.038	0.640 ± 0.082	0.617 ± 0.122	0.417 ± 0.039
PCDD/Fs lim. inf.	0.117 ± 0.095	0.170 ± 0.072	0.246 ± 0.128	0.121 ± 0.045	0.012 ± 0.012	0.028 ± 0.017	0.008 ± 0.005	0.035 ± 0.015	0.034 ± 0.008	0.008 ± 0.008
DL-PCBs lim. inf.	0.849 ± 0.312	0.705 ± 0.177	0.599 ± 0.060	0.681 ± 0.120	0.738 ± 0.221	0.686 ± 0.109	0.467 ± 0.039	0.522 ± 0.069	0.485 ± 0.115	0.304 ± 0.034
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.966 ± 0.407	0.876 ± 0.214	0.844 ± 0.132	0.802 ± 0.145	0.75 ± 0.214	0.714 ± 0.124	0.475 ± 0.038	0.557 ± 0.083	0.519 ± 0.123	0.312 ± 0.041
NDL-PCBs lim. sup	7.588 ± 0.815	8.813 ± 2.759	6.203 ± 0.203	6.425 ± 0.333	8.65 ± 1.658	6.375 ± 0.246	6.974 ± 0.174	6.036 ± 0.024	6.140 ± 0.140	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. int	5.588 ± 0.815	6.563 ± 3.178	3.453 ± 0.453	3.925 ± 0.519	6.65 ± 1.846	4 ± 0.37	5.100 ± 0.151	3.285 ± 0.165	3.390 ± 0.390	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. inf	3.588 ± 0.815	4.313 ± 3.601	0.703 ± 0.703	1.425 ± 0.715	4.65 ± 2.037	1.625 ± 0.494	3.225 ± 0.216	0.535 ± 0.309	0.640 ± 0.640	mai sopra soglia
Al	0.021 ± 0.008	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.010 ± 0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.056 ± 0.039	0.232 ± 0.227	0.005 ± 0.001
V	0.491 ± 0.426	0.077 ± 0.025	0.175 ± 0.065	0.025 ± 0.024	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.012 ± 0.002	0.004 ± 0.001	mai sopra soglia
Fe	1.762 ± 1.210	0.726 ± 0.200	1.134 ± 0.435	0.268 ± 0.089	0.395 ± 0.041	0.388 ± 0.016	0.449 ± 0.009	0.811 ± 0.209	0.395 ± 0.006	0.027 ± 0.026
Cu	0.092 ± 0.076	0.031 ± 0.007	0.049 ± 0.008	0.051 ± 0.003	0.031 ± 0.005	0.026 ± 0.002	0.044 ± 0.005	0.048 ± 0.002	0.046 ± 0.004	0.015 ± 0.014
Se	0.025 ± 0.003	0.021 ± 0.002	0.026 ± 0.002	0.026 ± 0.006	0.022 ± 0.004	0.019 ± 0.002	0.026 ± 0.003	0.033 ± 0.006	0.024 ± 0.003	0.015 ± 0.005
Mo	0.046 ± 0.003	0.045 ± 0.003	0.044 ± 0.006	0.042 ± 0.012	0.034 ± 0.002	0.035 ± 0.003	0.033 ± 0.001	0.046 ± 0.003	0.044 ± 0.004	0.031 ± 0.009
Sb	mai sopra soglia	0.068 ± 0.055	0.154 ± 0.051	0.008 ± 0.003	mai sopra soglia					
Pb	mai sopra soglia	0.003 ± 0.001	0.004 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.003 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Cr	0.504 ± 0.435	0.075 ± 0.024	0.192 ± 0.044	0.017 ± 0.012	0.042 ± 0.005	0.038 ± 0.003	0.005 ± 0.000	0.012 ± 0.006	0.008 ± 0.000	0.005 ± 0.001
Ni	0.222 ± 0.211	0.028 ± 0.012	0.129 ± 0.048	0.017 ± 0.003	0.033 ± 0.003	0.031 ± 0.002	mai sopra soglia	0.030 ± 0.025	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001
Mn	0.052 ± 0.035	0.021 ± 0.003	0.022 ± 0.006	0.021 ± 0.003	0.027 ± 0.008	0.019 ± 0.002	0.015 ± 0.001	0.018 ± 0.001	0.014 ± 0.002	0.010 ± 0.003
Zn	3.540 ± 0.087	2.813 ± 0.283	3.132 ± 0.105	3.524 ± 0.160	3.258 ± 0.159	3.238 ± 0.237	3.213 ± 0.071	3.270 ± 0.138	3.459 ± 0.113	2.663 ± 0.874

Tabella 51. Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli. Latte. Area di controllo.

	I camp.12 Ante	II camp.12 Ante	I camp.13 Ante	II camp.13 Post	I camp.14 Post	II camp.14 Post	I camp.15 Post	II camp.15 Post	I camp.16 Post	II camp.16 Post
PCDD/Fs lim. sup.	0.183	0.283	0.243	0.235	0.170	0.182	0.176	0.186	0.185	0.170
DL-PCBs lim. sup.	0.597	0.606	0.596	0.642	0.653	0.668	0.479	0.483	0.440	0.353
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0.767	0.935	0.930	0.912	0.823	0.842	0.662	0.670	0.624	0.523
PCDD/Fs lim. int.	0.106	0.216	0.189	0.183	0.085	0.099	0.092	0.109	0.106	0.085
DL-PCBs lim. int.	0.579	0.588	0.577	0.623	0.634	0.650	0.461	0.480	0.420	0.332
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0.669	0.849	0.840	0.844	0.719	0.739	0.561	0.589	0.525	0.418
PCDD/Fs lim. inf.	0.029	0.149	0.135	0.132	0.000	0.016	0.008	0.033	0.027	0.000
DL-PCBs lim. inf.	0.560	0.569	0.559	0.604	0.615	0.631	0.443	0.476	0.400	0.312
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.571	0.762	0.766	0.777	0.615	0.636	0.459	0.508	0.426	0.312
NDL-PCBs lim. sup	6.859	6.082	6.000	6.150	7.500	6.200	6.892	6.021	6.000	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. int	4.859	3.582	3.000	3.650	5.500	3.700	5.140	3.270	3.000	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. inf	2.859	1.082	0.000	1.150	3.500	1.200	3.250	0.520	0.000	mai sopra soglia
Al	0.020	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.024	0.005	0.005
V	0.076	0.062	0.157	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.012	0.005	mai sopra soglia
Fe	0.622	0.605	1.200	0.187	0.362	0.396	0.454	0.667	0.393	0.001
Cu	0.022	0.026	0.051	0.050	0.028	0.026	0.045	0.049	0.044	0.001
Se	0.024	0.022	0.026	0.023	0.021	0.020	0.024	0.034	0.021	0.020
Mo	0.044	0.045	0.044	0.030	0.035	0.035	0.033	0.044	0.042	0.035
Sb	mai sopra soglia	0.017	0.185	0.005	mai sopra soglia					
Pb	mai sopra soglia	0.003	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.002	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Cr	0.082	0.061	0.174	0.005	0.037	0.037	0.005	0.006	0.008	0.004
Ni	0.014	0.020	0.137	0.016	0.030	0.031	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.004
Mn	0.019	0.022	0.026	0.020	0.021	0.019	0.016	0.019	0.014	0.012
Zn	3.533	2.900	3.110	3.493	3.300	3.450	3.240	3.340	3.513	3.305

Tabella 52. Mediane dei campioni di latte. Area di controllo

## Fieno

N.B. In tutte le tabelle relative al fieno per diossine, furani e PCBs diossina-simili i dati sono espressi in ngTEQ/kg, i PCBs non diossina-simili sono sempre al di sotto della soglia di quantificazione strumentale, mentre i metalli sono espressi in mg/Kg.

	Camp.2012 Ante		Camp.2013 Post		Camp.2014 Post		Camp.2015 Post		Camp.2016 Post	
	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo
PCDD/Fs lim. sup.	0.181 ± 0.003	0.198 ± 0.011	0.174 ± 0.002	0.172 ± 0.001	0.199 ± 0.017	0.173 ± 0.001	0.171 ± 0.001	0.170 ± 0.000	0.172 ± 0.001	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. sup.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.152 ± 0.008	0.159 ± 0.012	mai sopra soglia	0.156 ± 0.008	mai sopra soglia	0.148 ± 0.003
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0.326 ± 0.003	0.342 ± 0.011	0.318 ± 0.002	0.317 ± 0.001	0.351 ± 0.023	0.331 ± 0.012	0.315 ± 0.001	0.327 ± 0.008	0.316 ± 0.001	0.324 ± 0.007
PCDD/Fs lim. int.	0.099 ± 0.004	0.117 ± 0.012	0.092 ± 0.003	0.089 ± 0.002	0.121 ± 0.021	0.088 ± 0.001	0.086 ± 0.001	0.086 ± 0.000	0.088 ± 0.002	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. int.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.093 ± 0.015	0.100 ± 0.019	mai sopra soglia	0.096 ± 0.016	mai sopra soglia	0.082 ± 0.010
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0.172 ± 0.004	0.189 ± 0.012	0.165 ± 0.003	0.161 ± 0.002	0.214 ± 0.031	0.188 ± 0.019	0.158 ± 0.001	0.182 ± 0.016	0.160 ± 0.002	0.167 ± 0.010
PCDD/Fs lim. inf.	0.018 ± 0.005	0.036 ± 0.014	0.012 ± 0.004	0.006 ± 0.003	0.043 ± 0.024	0.004 ± 0.002	0.001 ± 0.001	0.001 ± 0.001	0.004 ± 0.002	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. inf.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.033 ± 0.023	0.040 ± 0.027	mai sopra soglia	0.037 ± 0.024	mai sopra soglia	0.016 ± 0.016
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.018 ± 0.005	0.036 ± 0.014	0.012 ± 0.004	0.006 ± 0.003	0.077 ± 0.040	0.044 ± 0.027	0.001 ± 0.001	0.037 ± 0.024	0.004 ± 0.002	0.016 ± 0.016
NDL-PCBs lim. sup.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. int.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. inf.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Al	34.752 ± 12.306	51.640 ± 18.520	156.250 ± 79.826	64.439 ± 21.417	151.515 ± 104.235	69.425 ± 20.817	50.657 ± 15.567	26.871 ± 3.945	16.436 ± 1.735	37.277 ± 15.505
V	1.651 ± 0.403	1.449 ± 0.456	2.134 ± 0.337	2.108 ± 0.344	0.360 ± 0.240	0.176 ± 0.052	0.131 ± 0.040	0.065 ± 0.011	0.048 ± 0.005	0.080 ± 0.042
Fe	98.808 ± 28.015	112.995 ± 34.014	210.62 ± 94.309	128.94 ± 29.892	178.500 ± 104.353	126.775 ± 27.822	77.134 ± 18.574	82.779 ± 9.062	46.700 ± 2.995	67.504 ± 19.937
Co	0.080 ± 0.016	0.083 ± 0.017	0.160 ± 0.067	0.114 ± 0.020	0.104 ± 0.052	0.077 ± 0.012	0.064 ± 0.011	0.078 ± 0.010	0.041 ± 0.004	0.047 ± 0.011
Cu	6.503 ± 0.910	6.197 ± 1.098	5.150 ± 0.806	7.019 ± 0.289	3.559 ± 0.334	7.393 ± 0.487	5.108 ± 0.338	7.396 ± 0.573	4.736 ± 0.219	4.555 ± 0.972
Se	0.113 ± 0.026	0.164 ± 0.026	0.025 ± 0.017	0.116 ± 0.060	0.040 ± 0.014	0.103 ± 0.022	0.033 ± 0.007	0.264 ± 0.086	0.067 ± 0.011	0.266 ± 0.165
Mo	0.886 ± 0.187	0.687 ± 0.158	1.493 ± 0.301	0.282 ± 0.081	0.737 ± 0.120	0.465 ± 0.078	1.210 ± 0.107	0.703 ± 0.098	0.972 ± 0.078	0.393 ± 0.110
Sb	0.749 ± 0.731	0.006 ± 0.001	0.010 ± 0.004	0.008 ± 0.002	0.018 ± 0.007	0.011 ± 0.002	0.017 ± 0.008	0.008 ± 0.001	0.011 ± 0.004	0.006 ± 0.001
Tl	0.007 ± 0.002	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	0.005 ± <0.001	0.007 ± 0.002	0.008 ± 0.001	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	0.007 ± 0.001
U	0.006 ± 0.001	0.006 ± 0.001	0.007 ± 0.002	0.005 ± <0.001	0.018 ± 0.003	0.015 ± 0.001	0.011 ± 0.001	0.010 ± 0.002	mai sopra soglia	0.008 ± 0.002
Pb	0.225 ± 0.041	0.319 ± 0.141	0.270 ± 0.093	0.177 ± 0.036	0.256 ± 0.108	0.157 ± 0.026	0.156 ± 0.021	0.087 ± 0.013	0.068 ± 0.006	0.040 ± 0.017
Cd	0.026 ± 0.003	0.055 ± 0.036	0.036 ± 0.006	0.027 ± 0.003	0.026 ± 0.006	0.029 ± 0.006	0.025 ± 0.004	0.021 ± 0.004	0.026 ± 0.001	0.009 ± 0.002
Cr	1.447 ± 0.405	1.436 ± 0.410	1.332 ± 0.281	1.442 ± 0.329	0.683 ± 0.316	0.412 ± 0.092	0.721 ± 0.230	0.177 ± 0.020	0.205 ± 0.014	0.366 ± 0.087
Hg	mai sopra soglia	1.329 ± 1.324	0.005 ± 0.000	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001	0.005 ± 0.000	0.005 ± 0.000	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia
As	0.031 ± 0.009	0.097 ± 0.072	0.046 ± 0.027	0.044 ± 0.031	0.047 ± 0.025	0.027 ± 0.007	0.020 ± 0.004	0.024 ± 0.003	0.019 ± 0.002	0.017 ± 0.005
Ni	1.415 ± 0.236	1.485 ± 0.296	1.149 ± 0.256	1.575 ± 0.226	0.785 ± 0.231	0.948 ± 0.096	0.832 ± 0.113	1.361 ± 0.089	0.746 ± 0.077	0.723 ± 0.205
Mn	18.269 ± 2.935	22.344 ± 4.629	32.874 ± 6.976	14.905 ± 1.760	22.238 ± 2.017	18.264 ± 1.823	22.019 ± 2.474	17.032 ± 1.899	18.288 ± 1.721	8.263 ± 1.849
Zn	18.838 ± 2.712	18.171 ± 3.054	18.250 ± 1.373	20.563 ± 1.080	13.199 ± 0.938	21.838 ± 2.261	14.737 ± 0.753	22.012 ± 1.814	20.831 ± 1.573	13.076 ± 2.973

Tabella 53. Medie ed errori standard di diossine (PCDD)/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nella prima campagna di campionamento (fase ante-operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Fieno. Dati in forma aggregata.

	Camp.2012 Ante		Camp.2013 Post		Camp.2014 Post		Camp.2015 Post		Camp.2016 Post	
	primo taglio	taglio successivo								
PCDD/Fs lim. sup.	0.18	0.196	0.173	0.172	0.172	0.17	0.170	0.170	0.170	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. sup.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.145	0.145	mai sopra soglia	0.145	mai sopra soglia	0.145
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0.324	0.341	0.317	0.316	0.318	0.32	0.315	0.315	0.315	0.315
PCDD/Fs lim. int.	0.099	0.115	0.09	0.088	0.094	0.085	0.085	0.085	0.085	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. int.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.072	0.072	mai sopra soglia	0.072	mai sopra soglia	0.072
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0.171	0.187	0.163	0.16	0.168	0.165	0.157	0.157	0.157	0.157
PCDD/Fs lim. inf.	0.015	0.034	0.008	0.004	0.013	0	0.000	0.000	0.000	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. inf.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0	0	mai sopra soglia	0.000	mai sopra soglia	0.000
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.015	0.034	0.008	0.004	0.016	0.01	0.000	0.000	0.000	0.000
NDL-PCBs lim. sup.	mai sopra soglia	mai sopra soglia								
NDL-PCBs lim. int.	mai sopra soglia	mai sopra soglia								
NDL-PCBs lim. inf.	mai sopra soglia	mai sopra soglia								
Al	20.579	28.815	75.6	51.35	50.15	67.85	34.500	27.773	15.260	19.688
V	1.85	1.122	1.695	1.875	0.125	0.164	0.092	0.065	0.043	0.027
Fe	64.47	90.315	110.1	116.3	70.7	113.15	60.700	84.809	42.800	49.342
Co	0.066	0.075	0.083	0.105	0.05	0.082	0.058	0.069	0.041	0.043
Cu	6.252	7.45	4.655	6.685	3.46	7.285	5.355	7.804	4.655	3.853
Se	0.097	0.157	0.005	0.082	0.031	0.083	0.038	0.213	0.066	0.144
Mo	0.753	0.445	1.24	0.252	0.676	0.414	1.175	0.625	1.013	0.386
Sb	0.015	0.005	0.005	0.006	0.013	0.011	0.009	0.006	0.008	0.005
Tl	0.005	0.005	mai sopra soglia	0.005	0.005	0.006	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.005
U	0.005	0.005	0.005	0.005	0.015	0.015	0.011	0.012	0.005	0.005
Pb	0.208	0.106	0.185	0.155	0.152	0.16	0.144	0.088	0.065	0.031
Cd	0.028	0.02	0.034	0.027	0.03	0.029	0.024	0.026	0.027	0.005
Cr	1.345	1.289	1.038	1.27	0.4	0.391	0.530	0.177	0.213	0.372
Hg	mai sopra soglia	0.005	0.005	mai sopra soglia	0.005	0.005	0.005	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia
As	0.024	0.022	0.018	0.011	0.024	0.023	0.017	0.025	0.018	0.012
Ni	1.35	1.415	0.961	1.575	0.546	0.95	0.831	1.359	0.747	0.543
Mn	17.8	26	26.545	14.9	21.1	18.6	20.250	17.259	18.186	9.044
Zn	18.95	22.1	17.3	20.65	12.85	21.6	15.349	21.294	19.826	11.132

Tabella 54. Mediane dei campioni di fieno. Dati in forma aggregata.

	Camp.2012 Ante		Camp.2013 Post		Camp.2014		Camp.2015 Post		Camp.2016 Post	
	primo taglio	taglio successivo								
PCDD/Fs lim. sup.	0.188 ± 0.004	0.183 ± 0.013	0.173 ± 0.001	0.171 ± 0.001	0.173 ± 0.002	0.174 ± 0.002	0.171 ± 0.001	0.1706 ± 0.000	0.172 ± 0.002	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. sup.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.145 ± 0.001	0.169 ± 0.025	mai sopra soglia	0.168 ± 0.014	mai sopra soglia	0.151 ± 0.006
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0.333 ± 0.004	0.328 ± 0.013	0.318 ± 0.001	0.316 ± 0.001	0.318 ± 0.002	0.343 ± 0.024	0.316 ± 0.001	0.338 ± 0.014	0.316 ± 0.002	0.333 ± 0.012
PCDD/Fs lim. int.	0.108 ± 0.005	0.100 ± 0.015	0.092 ± 0.003	0.087 ± 0.001	0.090 ± 0.003	0.089 ± 0.002	0.086 ± 0.001	0.086 ± 0.001	0.088 ± 0.003	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. int.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.086 ± 0.013	0.110 ± 0.038	mai sopra soglia	0.121 ± 0.028	mai sopra soglia	0.091 ± 0.019
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0.181 ± 0.005	0.173 ± 0.015	0.164 ± 0.003	0.159 ± 0.001	0.175 ± 0.012	0.199 ± 0.036	0.159 ± 0.001	0.206 ± 0.028	0.161 ± 0.003	0.176 ± 0.019
PCDD/Fs lim. Inf.	0.029 ± 0.006	0.017 ± 0.017	0.011 ± 0.005	0.002 ± 0.002	0.007 ± 0.004	0.005 ± 0.003	0.001 ± 0.001	0.001 ± 0.001	0.005 ± 0.005	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. inf.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.026 ± 0.026	0.051 ± 0.051	mai sopra soglia	0.073 ± 0.043	mai sopra soglia	0.032 ± 0.032
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.029 ± 0.006	0.017 ± 0.017	0.011 ± 0.005	0.002 ± 0.002	0.032 ± 0.024	0.056 ± 0.049	0.001 ± 0.001	0.075 ± 0.042	0.005 ± 0.005	0.032 ± 0.032
NDL-PCBs lim. sup	mai sopra soglia	mai sopra soglia								
NDL-PCBs lim. int	mai sopra soglia	mai sopra soglia								
NDL-PCBs lim. inf	mai sopra soglia	mai sopra soglia								
Al	33.060 ± 19.668	55.948 ± 34.501	218.00 ± 161.063	67.950 ± 41.702	70.500 ± 17.741	96.250 ± 36.377	61.890 ± 31.359	27.7 ± 5.443	18.767 ± 2.888	21.968 ± 5.766
V	0.828 ± 0.435	1.138 ± 0.625	2.330 ± 0.634	1.806 ± 0.512	0.172 ± 0.042	0.247 ± 0.090	0.154 ± 0.080	0.074 ± 0.008	0.056 ± 0.009	0.054 ± 0.022
Fe	90.900 ± 47.407	130.140 ± 58.959	284.85 ± 190.36	129.050 ± 64.137	97.950 ± 19.656	173.875 ± 41.671	93.269 ± 37.349	84.997 ± 11.127	50.275 ± 4.366	51.355 ± 15.742
Co	0.076 ± 0.027	0.080 ± 0.033	0.224 ± 0.131	0.107 ± 0.041	0.069 ± 0.018	0.101 ± 0.012	0.081 ± 0.018	0.072 ± 0.013	0.049 ± 0.005	0.042 ± 0.013
Cu	6.259 ± 1.293	5.264 ± 1.804	5.035 ± 1.298	6.980 ± 0.431	3.500 ± 0.144	8.590 ± 0.316	4.882 ± 0.556	7.792 ± 0.251	4.865 ± 0.146	4.525 ± 1.360
Se	0.113 ± 0.037	0.162 ± 0.028	mai sopra soglia	0.153 ± 0.123	0.029 ± 0.007	0.093 ± 0.022	0.026 ± 0.008	0.279 ± 0.040	0.094 ± 0.006	0.093 ± 0.048
Mo	0.969 ± 0.295	1.019 ± 0.203	1.955 ± 0.515	0.307 ± 0.137	0.693 ± 0.156	0.417 ± 0.065	1.183 ± 0.104	0.795 ± 0.130	1.041 ± 0.101	0.201 ± 0.107
Sb	1.482 ± 1.461	0.007 ± 0.002	0.013 ± 0.008	0.010 ± 0.003	0.025 ± 0.012	0.016 ± 0.002	0.025 ± 0.015	0.010 ± 0.002	0.016 ± 0.007	0.006 ± 0.001
Tl	mai sopra soglia	0.007 ± 0.001	mai sopra soglia	0.005 ± 0.0003	mai sopra soglia	0.010 ± 0.002	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	0.007 ± 0.001
U	0.006 ± 0.001	0.006 ± 0.001	0.010 ± 0.005	0.006 ± 0.001	0.015 ± 0.001	0.017 ± 0.001	0.009 ± 0.001	0.011 ± 0.002	mai sopra soglia	0.008 ± 0.003
Pb	0.232 ± 0.059	0.308 ± 0.194	0.349 ± 0.184	0.183 ± 0.076	0.179 ± 0.022	0.157 ± 0.056	0.162 ± 0.041	0.096 ± 0.010	0.077 ± 0.008	0.030 ± 0.009
Cd	0.029 ± 0.002	0.091 ± 0.071	0.034 ± 0.008	0.029 ± 0.006	0.028 ± 0.008	0.037 ± 0.009	0.031 ± 0.005	0.027 ± 0.006	0.027 ± 0.002	0.007 ± 0.002
Cr	0.660 ± 0.348	1.320 ± 0.536	1.514 ± 0.0533	1.069 ± 0.327	0.524 ± 0.074	0.498 ± 0.173	0.495 ± 0.211	0.180 ± 0.023	0.216 ± 0.012	0.309 ± 0.140
Hg	mai sopra soglia	2.654 ± 2.649	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000	0.006 ± 0.001	0.005 ± 0.000	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia
As	0.031 ± 0.014	0.171 ± 0.143	0.065 ± 0.056	0.069 ± 0.064	0.029 ± 0.005	0.038 ± 0.011	0.027 ± 0.008	0.024 ± 0.006	0.021 ± 0.002	0.011 ± 0.002
Ni	0.941 ± 0.221	1.230 ± 0.459	1.320 ± 0.514	1.273 ± 0.291	0.511 ± 0.070	1.146 ± 0.103	0.629 ± 0.124	1.295 ± 0.113	0.623 ± 0.081	0.624 ± 0.237
Mn	19.387 ± 3.221	24.239 ± 8.663	40.275 ± 13.487	13.888 ± 3.613	23.900 ± 1.971	19.975 ± 0.947	21.437 ± 2.294	16.183 ± 2.260	18.495 ± 2.690	7.996 ± 2.100
Zn	17.575 ± 3.414	16.649 ± 5.561	18.925 ± 2.498	21.800 ± 1.952	12.850 ± 0.247	23.825 ± 1.556	14.549 ± 1.348	20.878 ± 0.729	21.888 ± 2.924	13.033 ± 4.196

Tabella 55. Medie ed errori standard di diossine (PCDD)/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nella prima campagna di campionamento (fase ante-operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Fieno. Area di maggior impatto.

	Camp.2012 Ante		Camp.2013 Post		Camp.2014		Camp.2015 Post		Camp.2016 Post	
	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo	primo taglio
PCDD/Fs lim. sup.	0.186	0.17	0.173	0.17	0.17	0.173	0.170	0.170	0.170	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. sup.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.145	0.145	mai sopra soglia	0.162	mai sopra soglia	0.145
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0.331	0.315	0.317	0.315	0.316	0.321	0.315	0.333	0.315	0.327
PCDD/Fs lim. int.	0.105	0.085	0.09	0.085	0.088	0.089	0.085	0.085	0.085	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. int.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.072	0.072	mai sopra soglia	0.115	mai sopra soglia	0.072
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0.177	0.157	0.163	0.158	0.166	0.166	0.157	0.201	0.157	0.157
PCDD/Fs lim. inf.	0.026	0	0.008	0	0.007	0.005	0.000	0.000	0.000	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. inf.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0	0	mai sopra soglia	0.068	mai sopra soglia	0.000
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.026	0	0.008	0	0.013	0.011	0.000	0.070	0.000	0.000
NDL-PCBs lim. sup.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. int.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. inf.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Al	17.265	32.5	77.75	33.25	58.5	89.8	43.200	27.773	19.710	19.688
V	0.502	0.873	1.96	1.555	0.143	0.231	0.102	0.071	0.054	0.045
Fe	52.79	96.08	117.55	77.6	87.45	180.3	73.350	84.316	49.950	43.832
Co	0.057	0.069	0.106	0.071	0.052	0.1	0.085	0.062	0.052	0.043
Cu	5.868	6.25	4.455	6.985	3.46	8.59	5.040	7.804	4.825	3.853
Se	0.101	0.157	<LOQ	0.045	0.031	0.083	0.025	0.281	0.096	0.095
Mo	0.953	1.19	1.63	0.252	0.674	0.414	1.175	0.733	1.013	0.206
Sb	0.029	0.005	0.005	0.008	0.015	0.015	0.013	0.011	0.010	0.005
Tl	mai sopra soglia	0.006	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.011	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.006
U	0.005	0.005	0.005	0.005	0.015	0.017	0.008	0.013	0.005	0.005
Pb	0.208	0.142	0.191	0.134	0.171	0.206	0.162	0.093	0.073	0.031
Cd	0.029	0.024	0.034	0.03	0.032	0.037	0.030	0.028	0.028	0.005
Cr	0.381	1.289	1.151	0.948	0.548	0.432	0.385	0.179	0.213	0.231
Hg	mai sopra soglia	0.005	0.005	mai sopra soglia	0.005	0.005	0.005	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia
As	0.021	0.041	0.012	0.005	0.026	0.039	0.021	0.026	0.019	0.012
Ni	0.865	1.39	0.961	1.189	0.46	1.13	0.658	1.274	0.618	0.543
Mn	18.824	28.225	28.95	11.85	24.2	19.45	20.300	17.259	16.739	9.044
Zn	16.85	21.415	18.95	21.85	12.85	22.8	14.749	20.923	19.826	11.132

Tabella 56. Mediane dei campioni di fieno. Area di maggior impatto.

	Camp.2012 Ante		Camp.2013 Post		Camp.2014		Camp.2015 Post		Camp.2016 Post	
	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo
PCDD/Fs lim. sup.	0.174 ± 0.002	0.213 ± 0.014	0.175 ± 0.003	0.173 ± 0.001	0.225 ± 0.031	0.172 ± 0.001	0.170 ± 0.000	mai sopra soglia	0.172 ± 0.001	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. sup.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.160 ± 0.015	0.148 ± 0.004	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0.319 ± 0.002	0.357 ± 0.014	0.319 ± 0.003	0.317 ± 0.001	0.384 ± 0.042	0.320 ± 0.003	0.315 ± 0.000	mai sopra soglia	0.316 ± 0.001	mai sopra soglia
PCDD/Fs lim. int.	0.090 ± 0.003	0.134 ± 0.016	0.094 ± 0.005	0.092 ± 0.003	0.153 ± 0.036	0.087 ± 0.002	0.085 ± 0.000	mai sopra soglia	0.088 ± 0.001	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. int.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.100 ± 0.028	0.089 ± 0.016	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0.163 ± 0.003	0.206 ± 0.016	0.166 ± 0.005	0.164 ± 0.006	0.253 ± 0.058	0.176 ± 0.016	0.157 ± 0.000	mai sopra soglia	0.160 ± 0.001	mai sopra soglia
PCDD/Fs lim. inf.	0.007 ± 0.003	0.055 ± 0.018	0.012 ± 0.007	0.011 ± 0.004	0.080 ± 0.042	0.002 ± 0.002	0.000 ± 0.000	mai sopra soglia	0.004 ± 0.002	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. inf.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.041 ± 0.041	0.030 ± 0.028	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.007 ± 0.003	0.055 ± 0.018	0.012 ± 0.007	0.011 ± 0.004	0.121 ± 0.075	0.032 ± 0.028	0.000 ± 0.000	mai sopra soglia	0.004 ± 0.002	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. sup	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. int	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. inf	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Al	36.444 ± 17.831	47.333 ± 19.948	94.500 ± 35.407	60.928 ± 19.831	232.530 ± 214.506	42.600 ± 14.810	39.425 ± 7.962	26.042 ± 6.521342	14.106 ± 1.446	52.59 ± 30.536
V	2.474 ± 0.340	1.761 ± 0.718	1.938 ± 0.318	2.410 ± 0.779	0.549 ± 0.494	0.106 ± 0.033	0.109 ± 0.024	0.056 ± 0.021	0.041 ± 0.003	0.105 ± 0.085
Fe	106.715 ± 37.06	95.849 ± 41.556	136.385 ± 39.966	128.825 ± 7.497	259.050 ± 214.724	79.675 ± 19.921	61.000 ± 6.445	80.561 ± 16.005	43.125 ± 3.779	83.653 ± 37.858
Co	0.085 ± 0.023	0.086 ± 0.019	0.096 ± 0.033	0.122 ± 0.011	0.139 ± 0.106	0.054 ± 0.013	0.046 ± 0.007	0.085 ± 0.016	0.033 ± 0.005	0.053 ± 0.019
Cu	6.748 ± 1.468	7.131 ± 1.340	5.265 ± 1.155	7.058 ± 0.450	3.618 ± 0.706	6.195 ± 0.231	5.335 ± 0.435	7.001 ± 1.169	4.608 ± 0.437	4.584 ± 1.599
Se	0.113 ± 0.043	0.167 ± 0.050	0.044 ± 0.032	0.080 ± 0.027	0.050 ± 0.028	0.112 ± 0.040	0.041 ± 0.011	0.250 ± 0.181	0.041 ± 0.005	0.439 ± 0.324
Mo	0.802 ± 0.267	0.354 ± 0.043	1.031 ± 0.125	0.257 ± 0.109	0.782 ± 0.203	0.513 ± 0.151	1.237 ± 0.206	0.612 ± 0.149	0.904 ± 0.123	0.586 ± 0.143
Sb	0.016 ± 0.006	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001	0.006 ± 0.001	0.012 ± 0.004	0.007 ± 0.001	0.008 ± 0.001	0.006 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0.007 ± 0.002
Tl	0.008 ± 0.003	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.008 ± 0.003	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	0.007 ± 0.002
U	0.006 ± 0.001	0.007 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.021 ± 0.006	0.014 ± 0.001	0.013 ± 0.002	0.009 ± 0.002	mai sopra soglia	0.008 ± 0.003
Pb	0.218 ± 0.066	0.331 ± 0.236	0.191 ± 0.046	0.171 ± 0.021	0.334 ± 0.223	0.117 ± 0.026	0.150 ± 0.019	0.078 ± 0.024	0.059 ± 0.007	0.051 ± 0.034
Cd	0.023 ± 0.006	0.018 ± 0.005	0.037 ± 0.010	0.025 ± 0.003	0.025 ± 0.009	0.022 ± 0.005	0.019 ± 0.004	0.015 ± 0.006	0.025 ± 0.002	0.011 ± 0.003
Cr	2.235 ± 0.480	1.553 ± 0.699	1.129 ± 0.244	1.815 ± 0.553	0.843 ± 0.666	0.326 ± 0.067	0.947 ± 0.412	0.175 ± 0.037	0.194 ± 0.025	0.423 ± 0.115
Hg	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.007 ± 0.001	0.005 ± 0.000	mai sopra soglia	0.006 ± 0.000	mai sopra soglia	mai sopra soglia
As	0.032 ± 0.014	0.022 ± 0.007	0.028 ± 0.011	0.0188 ± 0.008	0.065 ± 0.051	0.015 ± 0.005	0.014 ± 0.002	0.024 ± 0.003	0.017 ± 0.003	0.023 ± 0.009
Ni	1.889 ± 0.249	1.740 ± 0.394	0.978 ± 0.147	1.878 ± 0.306	1.059 ± 0.441	0.750 ± 0.079	1.035 ± 0.129	1.428 ± 0.145	0.869 ± 0.103	0.822 ± 0.364
Mn	17.150 ± 5.384	20.450 ± 4.750	25.473 ± 2.940	15.925 ± 0.843	20.575 ± 3.641	16.553 ± 3.558	22.600 ± 4.803	17.881 ± 3.352	18.082 ± 2.561	8.529 ± 3.390
Zn	20.100 ± 4.648	19.693 ± 3.326	17.575 ± 1.500	19.325 ± 0.782	13.548 ± 1.991	19.850 ± 4.336	14.925 ± 0.896	23.145 ± 3.738	19.775 ± 1.503	13.120 ± 4.862

Tabella 57. Medie ed errori standard di diossine (PCDD)/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nella prima campagna di campionamento (fase ante-operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Fieno. Area di controllo.

	Camp.2012 Ante		Camp.2013 Post		Camp.2014		Camp.2015 Post		Camp.2016 Post	
	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	primo taglio	taglio successivo	primo taglio	taglio successivo	taglio successivo
PCDD/Fs lim. sup.	0.174	0.224	0.173	0.173	0.222	0.17	0.170	mai sopra soglia	0.171	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. sup.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.145	0.145	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup.	0.318	0.368	0.317	0.318	0.367	0.318	0.315	mai sopra soglia	0.316	mai sopra soglia
PCDD/Fs lim. int.	0.09	0.147	0.091	0.092	0.151	0.085	0.085	mai sopra soglia	0.087	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. int.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.072	0.073	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int.	0.162	0.219	0.164	0.164	0.223	0.162	0.157	mai sopra soglia	0.159	mai sopra soglia
PCDD/Fs lim. inf.	0.006	0.07	0.01	0.011	0.08	0	0.000	mai sopra soglia	0.003	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. inf.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0	0.002	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf.	0.006	0.07	0.01	0.011	0.08	0.006	0.000	mai sopra soglia	0.003	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. sup.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. int.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
NDL-PCBs lim. inf.	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Al	20.579	28.815	75.6	69.6	23	45.05	34.500	25.122	13.260	28.791
V	2.571	1.855	1.695	2.41	0.07	0.108	0.092	0.057	0.039	0.026
Fe	73.07	90.315	110.1	128.8	57.8	81.65	60.700	84.809	41.200	57.454
Co	0.071	0.077	0.076	0.123	0.041	0.047	0.045	0.088	0.036	0.049
Cu	6.889	7.55	4.655	6.67	3.6	6.26	5.550	7.834	4.420	4.215
Se	0.097	0.164	0.017	0.093	0.03	0.125	0.050	0.078	0.040	0.144
Mo	0.625	0.332	1.002	0.23	0.701	0.428	1.164	0.514	0.983	0.521
Sb	0.015	mai sopra soglia	0.005	0.006	0.009	0.007	0.008	0.005	0.007	0.005
Tl	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	0.005	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.005
U	0.005	0.006	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.016	0.014	0.014	0.009	mai sopra soglia	0.005
Pb	0.22	0.106	0.185	0.155	0.129	0.101	0.144	0.071	0.058	0.025
Cd	0.027	0.018	0.035	0.026	0.025	0.023	0.020	0.014	0.025	0.011
Cr	2.37	1.57	1.038	1.545	0.213	0.319	0.669	0.169	0.213	0.494
Hg	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.006	0.005	mai sopra soglia	0.006	mai sopra soglia	mai sopra soglia
As	0.024	0.022	0.023	0.013	0.017	0.015	0.015	0.025	0.015	0.018
Ni	2.043	1.695	0.969	1.7	0.697	0.691	1.053	1.456	0.886	0.789
Mn	16.55	19.95	25.695	16.4	19.1	15.3	19.550	16.863	19.664	8.966
Zn	21.5	22.6	16.65	19.5	13	19.1	15.400	21.964	19.700	12.910

Tabella 58. Mediane dei campioni di fieno. Area di controllo.

## Pomodoro

N.B. In tutte le tabelle relative alle matrici agronomiche (pomodoro, cucurbitacee, frumento) per diossine, furani e PCBs diossina-simili i dati sono espressi in ngTEQ/kg, i PCBs non diossina-simili sono sempre al di sotto della soglia di quantificazione strumentale, mentre i metalli sono espressi in mg/Kg.

	camp. 2011	camp. 2012	camp. 2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDDF_max	0.095 ± 0.016	0.079 ± <0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_max	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.014 ± 0.001	0.013 ± <0.001
PCDDF_PCB_max	0.108 ± 0.016	0.092 ± <0.001	0.092 ± <0.001	0.092 ± <0.001	0.093 ± 0.001	0.092 ± <0.001
PCDDF_int	0.058 ± 0.019	0.04 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_int	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.009 ± 0.001	0.013 ± <0.001
PCB_PCDD_int	0.065 ± 0.019	0.047 ± 0.001	0.046 ± <0.001	0.046 ± <0.001	0.048 ± 0.001	0.092 ± <0.001
PCDDF_min	0.022 ± 0.022	0.002 ± 0.002	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.003 ± 0.002	<0.001 ± <0.001
PCB_PCDDF_min	0.022 ± 0.022	0.002 ± 0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.003 ± 0.002	<0.001 ± <0.001
NDL_PCB_max	mai sopra soglia					
NDL_PCB_int	mai sopra soglia					
NDL_PCB_min	mai sopra soglia					
Alluminio	0.334 ± 0.061	0.549 ± 0.108	0.273 ± 0.051	0.205 ± 0.016	0.417 ± 0.054	1.071 ± 0.258
Vanadio	0.033 ± 0.014	0.112 ± 0.019	0.128 ± 0.003	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000	0.009 ± 0.003
Ferro	5.071 ± 1.307	3.359 ± 0.151	3.735 ± 0.2	2.384 ± 0.1	3.032 ± 0.245	5.139 ± 0.965
Cobalto	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005 ± <0.001	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000
Rame	1.033 ± 0.05	1.293 ± 0.108	1.261 ± 0.216	1.024 ± 0.058	1.229 ± 0.109	1.710 ± 0.237
Selenio	0.009 ± 0.002	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001	0.007 ± 0.002	0.017 ± 0.008
Molibdeno	0.032 ± 0.005	0.047 ± 0.009	0.045 ± 0.008	0.033 ± 0.01	0.031 ± 0.004	0.022 ± 0.007
Antimonio	mai sopra soglia	0.016 ± 0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia	0.006 ± 0.000				
Piombo	0.029 ± 0.024	0.008 ± 0.002	0.01 ± 3E-04	0.009 ± 0.002	0.008 ± 0.002	0.013 ± 0.003
Cadmio	0.012 ± 0.002	0.01 ± 0.002	0.019 ± 0.01	0.008 ± 0.001	0.011 ± 0.002	0.013 ± 0.003
Cromo	0.01 ± 0.002	0.103 ± 0.023	0.07 ± 0.002	0.063 ± 0.005	0.011 ± 0.003	0.035 ± 0.005
Arsenico	mai sopra soglia	0.005 ± <0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000	0.005 ± 0.000
Nichel	0.059 ± 0.011	0.097 ± 0.008	0.081 ± 0.006	0.071 ± 0.003	0.042 ± 0.006	0.067 ± 0.006
Manganese	1.069 ± 0.157	0.798 ± 0.03	0.903 ± 0.056	0.716 ± 0.037	0.940 ± 0.036	1.314 ± 0.268
Zinco	2.604 ± 0.282	1.88 ± 0.162	2.319 ± 0.115	1.383 ± 0.077	2.014 ± 0.381	2.982 ± 0.718

Tabella 59. Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nelle prime due campagne di campionamento (fase ante operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Pomodoro. Dati in forma aggregata.

	camp. 2011	camp. 2012	camp. 2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDDF_max	0.078	0.078	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_max	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
PCDDF_PCB_max	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092
PCDDF_int	0.039	0.039	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_int	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
PCB_PCDD_int	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
PCDDF_min	0	0	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB_PCDDF_min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
NDL_PCB_max	mai sopra soglia					
NDL_PCB_int	mai sopra soglia					
NDL_PCB_min	mai sopra soglia					
Alluminio	0.309	0.471	0.22	0.216	0.454	0.820
Vanadio	0.021	0.104	0.128	0.005	0.005	0.005
Ferro	5.568	3.441	3.695	2.385	2.808	3.583
Cobalto	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.005
Rame	1.008	1.289	1.021	1.06	1.237	1.656
Selenio	0.007	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Molibdeno	0.033	0.04	0.048	0.024	0.032	0.021
Antimonio	mai sopra soglia	0.016	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia	0.005				
Piombo	0.005	0.007	0.01	0.008	0.005	0.012
Cadmio	0.012	0.011	0.009	0.008	0.010	0.011
Cromo	0.009	0.102	0.07	0.061	0.008	0.031
Arsenico	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	0.005
Nichel	0.055	0.095	0.078	0.071	0.039	0.071
Manganese	0.969	0.797	0.84	0.71	0.935	0.958
Zinco	2.515	1.865	2.275	1.295	1.687	2.001

Tabella 60. Mediane dei campioni di pomodoro. Dati in forma aggregata.

	camp. 2011	camp. 2012	camp. 2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDDF_max	0.111 ± 0.033	0.079 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_max	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.014 ± 0.001	0.013 ± <0.001
PCDDF_PCB_max	0.124 ± 0.033	0.093 ± 0.001	0.092 ± <0.001	0.092 ± <0.001	0.092 ± 0.001	0.092 ± <0.001
PCDDF_int	0.077 ± 0.038	0.041 ± 0.002	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_int	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.008 ± 0.001	0.007 ± <0.001
PCB_PCDD_int	0.084 ± 0.038	0.048 ± 0.002	0.046 ± <0.001	0.046 ± <0.001	0.047 ± 0.001	0.046 ± <0.001
PCDDF_min	0.044 ± 0.044	0.003 ± 0.003	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.002 ± 0.002	<0.001 ± <0.001
PCB_PCDDF_min	0.044 ± 0.044	0.003 ± 0.003	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.002 ± 0.002	<0.001 ± <0.001
NDL_PCB_max	mai sopra soglia					
NDL_PCB_int	mai sopra soglia					
NDL_PCB_min	mai sopra soglia					
Alluminio	0.392 ± 0.12	0.404 ± 0.035	0.196 ± 0.022	0.213 ± 0.01	0.478 ± 0.063	1.436 ± 0.452
Vanadio	0.053 ± 0.022	0.126 ± 0.024	0.134 ± 0.005	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000	0.014 ± 0.004
Ferro	6.961 ± 1.45	3.093 ± 0.172	3.468 ± 0.322	2.298 ± 0.101	3.196 ± 0.494	7.067 ± 1.343
Cobalto	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005 ± <0.001	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001
Rame	1.106 ± 0.068	1.333 ± 0.162	1.193 ± 0.31	1.063 ± 0.077	1.168 ± 0.072	2.181 ± 0.281
Selenio	0.01 ± 0.003	0.005 ± 0	mai sopra soglia	0.007 ± 0.002	0.006 ± 0.001	0.029 ± 0.014
Molibdeno	0.033 ± 0.011	0.034 ± 0.005	0.042 ± 0.013	0.041 ± 0.019	0.027 ± 0.006	0.031 ± 0.011
Antimonio	mai sopra soglia	0.01 ± 0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia	0.007 ± 0.001				
Piombo	0.053 ± 0.048	0.006 ± 0.001	0.01 ± 3E-04	0.012 ± 0.003	0.008 ± 0.003	0.019 ± 0.005
Cadmio	0.014 ± 0.003	0.012 ± 0.001	0.03 ± 0.02	0.008 ± 0.001	0.009 ± 0.001	0.018 ± 0.005
Cromo	0.015 ± 0.002	0.126 ± 0.025	0.07 ± 0.001	0.07 ± 0.006	0.011 ± 0.005	0.044 ± 0.006
Arsenico	mai sopra soglia	0.005 ± 0	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000	0.005 ± 0.000
Nichel	0.06 ± 0.012	0.105 ± 0.015	0.069 ± 0.004	0.075 ± 0.003	0.030 ± 0.005	0.078 ± 0.006
Manganese	1.12 ± 0.178	0.79 ± 0.012	0.903 ± 0.109	0.668 ± 0.027	0.973 ± 0.059	1.758 ± 0.446
Zinco	2.916 ± 0.432	1.723 ± 0.222	2.33 ± 0.196	1.438 ± 0.143	2.498 ± 0.702	4.282 ± 1.122

Tabella 61. Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nelle prime due campagne di campionamento (fase ante operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Pomodoro. Area a maggior impatto.

	camp. 2011	camp. 2012	camp. 2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDDF_max	0.078	0.078	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_max	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
PCDDF_PCB_max	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092
PCDDF_int	0.039	0.039	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_int	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
PCB_PCDD_int	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
PCDDF_min	0	0	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB_PCDDF_min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
NDL_PCB_max	mai sopra soglia					
NDL_PCB_int	mai sopra soglia					
NDL_PCB_min	mai sopra soglia					
Alluminio	0.337	0.382	0.215	0.219	0.454	1.431
Vanadio	0.051	0.104	0.136	0.005	0.005	0.014
Ferro	6.268	3.039	3.33	2.28	3.087	8.180
Cobalto	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.005
Rame	1.16	1.336	0.986	1.085	1.173	2.124
Selenio	0.009	0.005	0.005	0.005	0.005	0.025
Molibdeno	0.039	0.034	0.049	0.024	0.024	0.030
Antimonio	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia	0.007				
Piombo	0.006	0.005	0.01	0.01	0.005	0.022
Cadmio	0.013	0.011	0.011	0.009	0.009	0.014
Cromo	0.015	0.104	0.07	0.071	0.007	0.044
Arsenico	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	0.005
Nichel	0.064	0.095	0.067	0.076	0.028	0.080
Manganese	1.133	0.792	0.795	0.665	0.994	1.818
Zinco	3.177	1.57	2.28	1.385	1.958	3.894

Tabella 62. Mediane dei campioni di pomodoro. Area a maggior impatto.

	camp. 2011	camp. 2012	camp.2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDDF_max	mai sopra soglia	0.078 ± <0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_max	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.015 ± 0.002	0.013 ± <0.001
PCDDF_PCB_max	0.092 ± <0.001	0.092 ± <0.001	0.092 ± <0.001	0.092 ± <0.001	0.093 ± 0.002	0.092 ± <0.001
PCDDF_int	mai sopra soglia	0.039 ± <0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_int	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.009 ± 0.003	0.007 ± <0.001
PCB_PCDD_int	0.046 ± <0.001	0.046 ± <0.001	0.046 ± <0.001	0.046 ± <0.001	0.049 ± 0.003	0.046 ± <0.001
PCDDF_min	mai sopra soglia	<0.001 ± <0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.004 ± 0.004	<0.001 ± <0.001
PCB_PCDDF_min	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.004 ± 0.004	<0.001 ± <0.001
NDL_PCB_max	mai sopra soglia					
NDL_PCB_int	mai sopra soglia					
NDL_PCB_min	mai sopra soglia					
Alluminio	0.275 ± 0.033	0.694 ± 0.189	0.351 ± 0.089	0.197 ± 0.032	0.355 ± 0.083	0.706 ± 0.132
Vanadio	0.012 ± 0.007	0.098 ± 0.034	0.123 ± 0.003	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Ferro	3.18 ± 1.692	3.625 ± 0.115	4.003 ± 0.19	2.47 ± 0.176	2.868 ± 0.135	3.211 ± 0.258
Cobalto	mai sopra soglia					
Rame	0.959 ± 0.05	1.253 ± 0.174	1.329 ± 0.344	0.984 ± 0.094	1.291 ± 0.218	1.238 ± 0.186
Selenio	0.009 ± 0.004	0.007 ± 0.002	mai sopra soglia	0.005 ± 0	0.008 ± 0.003	mai sopra soglia
Molibdeno	0.031 ± 0.002	0.059 ± 0.014	0.048 ± 0.012	0.026 ± 0.004	0.036 ± 0.005	0.013 ± 0.005
Antimonio	mai sopra soglia	0.023 ± 0.007	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia					
Piombo	mai sopra soglia	0.011 ± 0.003	0.01 ± 4E-04	0.007 ± 0.001	0.008 ± 0.002	0.008 ± 0.003
Cadmio	0.01 ± 0.004	0.008 ± 0.003	0.009 ± 0.002	0.007 ± 0.001	0.014 ± 0.004	0.009 ± 0.002
Cromo	mai sopra soglia	0.08 ± 0.039	0.071 ± 0.003	0.057 ± 0.007	0.012 ± 0.003	0.026 ± 0.003
Arsenico	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Nichel	0.058 ± 0.021	0.088 ± 0.008	0.093 ± 0.006	0.068 ± 0.005	0.055 ± 0.008	0.056 ± 0.009
Manganese	1.019 ± 0.298	0.807 ± 0.065	0.903 ± 0.052	0.764 ± 0.065	0.907 ± 0.043	0.870 ± 0.062
Zinco	2.293 ± 0.335	2.037 ± 0.242	2.308 ± 0.153	1.328 ± 0.073	1.531 ± 0.167	1.681 ± 0.148

Tabella 63. Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nelle prime due campagne di campionamento (fase ante operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Pomodoro. Area di controllo.

	camp. 2011	camp. 2012	camp. 2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDDF_max	mai sopra soglia	0.078	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_max	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
PCDDF_PCB_max	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092
PCDDF_int	mai sopra soglia	0.039	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_int	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
PCB_PCDD_int	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
PCDDF_min	mai sopra soglia	0	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.000	0.000
PCB_PCDDF_min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.000	0.000
NDL_PCB_max	mai sopra soglia					
NDL_PCB_int	mai sopra soglia					
NDL_PCB_min	mai sopra soglia					
Alluminio	0.304	0.545	0.344	0.183	0.351	0.723
Vanadio	0.005	0.103	0.122	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Ferro	1.676	3.559	3.94	2.56	2.808	3.075
Cobalto	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Rame	0.994	1.242	1.036	0.999	1.252	1.144
Selenio	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	mai sopra soglia
Molibdeno	0.033	0.058	0.048	0.024	0.037	0.011
Antimonio	mai sopra soglia	0.017	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia					
Piombo	mai sopra soglia	0.009	0.011	0.007	0.008	0.005
Cadmio	0.009	0.006	0.008	0.007	0.015	0.008
Cromo	mai sopra soglia	0.051	0.07	0.053	0.011	0.026
Arsenico	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Nichel	0.046	0.094	0.097	0.069	0.057	0.049
Manganese	0.746	0.802	0.917	0.808	0.879	0.855
Zinco	2.042	2.161	2.275	1.295	1.577	1.656

Tabella 64. Mediane dei campioni di pomodoro. Area di controllo.

## Cucurbitacee

	camp. 2011	camp. 2012	camp.2013	camp.2014	camp.2015	camp.2016
PCDDF_max	mai sopra soglia	0.08 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	<b>0.078 ± 0.000</b>	mai sopra soglia
PCB_max	0.013 ± <0.001	0.014 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.021 ± 0.008	0.014 ± 0.001
PCDDF_PCB_max	0.092 ± ± <0.001	0.094 ± 0.001	0.092 ± <0.001	0.092 ± <0.001	0.099 ± 0.008	0.092 ± 0.001
PCDDF_int	mai sopra soglia	0.043 ± 0.002	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.039 ± 0.000	mai sopra soglia
PCB_int	0.007 ± ± <0.001	0.008 ± 0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.015 ± 0.008	0.007 ± 0.001
PCB_PCDD_int	0.046 ± ± <0.001	0.051 ± 0.003	0.046 ± <0.001	0.046 ± <0.001	0.054 ± 0.008	0.046 ± 0.001
PCDDF_min	mai sopra soglia	0.006 ± 0.003	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.000 ± 0.000	mai sopra soglia
PCB_min	0.001 ± ± <0.001	0.002 ± 0.002	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.009 ± 0.009	0.001 ± 0.001
PCB_PCDDF_min	0.001 ± ± <0.001	0.008 ± 0.005	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.009 ± 0.009	0.001 ± 0.001
NDL_PCB_max	mai sopra soglia	mai sopra soglia				
NDL_PCB_int	mai sopra soglia	mai sopra soglia				
NDL_PCB_min	mai sopra soglia	mai sopra soglia				
Alluminio	0.253 ± 0.066	0.105 ± 0.04	1.022 ± 0.993	0.192 ± 0.054	0.216 ± 0.042	0.319 ± 0.185
Vanadio	mai sopra soglia	0.041 ± 0.006	0.175 ± 0.054	mai sopra soglia	0.011 ± 0.004	0.006 ± 0.001
Ferro	2.758 ± 0.304	2.894 ± 0.466	2.661 ± 0.585	1.863 ± 0.256	1.971 ± 0.214	2.687 ± 0.360
Cobalto	0.006 ± 3E-04	0.005 ± 0.0005	0.006 ± 0.001	0.005 ± 0	0.006 ± 0.001	0.006 ± 0.001
Rame	0.602 ± 0.137	0.721 ± 0.102	0.459 ± 0.04	0.474 ± 0.046	0.515 ± 0.084	0.318 ± 0.114
Selenio	0.008 ± 0.002	0.007 ± 0.0007	mai sopra soglia	0.007 ± 0.001	0.010 ± 0.003	0.006 ± 0.000
Molibdeno	0.058 ± 0.037	0.043 ± 0.025	0.051 ± 0.006	0.012 ± 0.002	0.037 ± 0.015	0.033 ± 0.020
Antimonio	0.013 ± 0.003	0.012 ± 0.003	mai sopra soglia	0.005 ± <0.0001	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000				
Piombo	mai sopra soglia	0.008 ± 0.0009	0.007 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0.008 ± 0.002	0.012 ± 0.001
Cadmio	0.057 ± 0.033	mai sopra soglia	0.007 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0.006 ± 0.000
Cromo	mai sopra soglia	0.039 ± 0.005	0.101 ± 0.039	0.063 ± 0.004	0.015 ± 0.003	0.024 ± 0.004
Arsenico	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.016 ± 0.011	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000	0.005 ± 0.000
Nichel	0.101 ± 0.016	0.12 ± 0.026	0.117 ± 0.013	0.095 ± 0.006	0.092 ± 0.020	0.032 ± 0.018
Manganese	0.347 ± 0.059	0.481 ± 0.087	0.443 ± 0.103	0.282 ± 0.02	0.419 ± 0.096	0.522 ± 0.031
Zinco	2.464 ± 0.312	2.956 ± 0.658	1.67 ± 0.213	1.279 ± 0.189	1.428 ± 0.267	1.768 ± 0.151

Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nelle prime due campagne di campionamento (fase ante operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Cucurbitacee. Dati in forma aggregata.

	camp. 2011	camp. 2012	camp. 2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDDF_max	mai sopra soglia	0.079	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.078	mai sopra soglia
PCB_max	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
PCDDF_PCB_max	0.092	0.093	0.092	0.092	0.092	0.092
PCDDF_int	mai sopra soglia	0.042	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.039	mai sopra soglia
PCB_int	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
PCB_PCDD_int	0.046	0.049	0.046	0.046	0.046	0.046
PCDDF_min	mai sopra soglia	0.004	mai sopra soglia	mai sopra soglia	<0.001	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB_PCDDF_min	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
NDL_PCB_max	mai sopra soglia					
NDL_PCB_int	mai sopra soglia					
NDL_PCB_min	mai sopra soglia					
Alluminio	0.239	0.076	0.009	0.117	0.214	0.100
Vanadio	mai sopra soglia	0.038	0.12	mai sopra soglia	0.005	0.005
Ferro	2.564	2.577	2.27	1.62	1.883	2.407
Cobalto	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Rame	0.546	0.706	0.445	0.405	0.434	0.178
Selenio	0.006	0.006	mai sopra soglia	0.005	0.005	0.005
Molibdeno	0.021	0.012	0.055	0.011	0.018	0.015
Antimonio	0.014	0.013	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia	0.005				
Piombo	mai sopra soglia	0.008	0.005	0.007	0.005	0.011
Cadmio	0.005	mai sopra soglia	0.006	0.005	0.005	0.005
Cromo	mai sopra soglia	0.037	0.065	0.062	0.014	0.020
Arsenico	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.005	0.005
Nichel	0.11	0.111	0.118	0.098	0.067	0.005
Manganese	0.328	0.485	0.337	0.295	0.319	0.535
Zinco	2.717	2.34	1.52	1.258	1.423	1.749

Tabella 65. Mediane dei campioni di cucurbitacee. Dati in forma aggregata.

	camp. 2011	camp. 2012	camp.2013	camp. 2014	camp.2015	camp.2016
PCDDF_max	mai sopra soglia	0.081 ± 0.002	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.078 ± 0.000	mai sopra soglia
PCB_max	0.013 ± <0.001	0.014 ± 0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.029 ± 0.015	0.013 ± 0.000
PCDDF_PCB_max	0.092 ± <0.001	0.095 ± 0.003	0.092 ± <0.001	0.092 ± <0.001	0.107 ± 0.015	0.092 ± 0.000
PCDDF_int	mai sopra soglia	0.044 ± 0.004	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.039 ± 0.000	mai sopra soglia
PCB_int	0.007 ± <0.001	0.009 ± 0.002	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.023 ± 0.016	0.007 ± 0.000
PCB_PCDD_int	0.046 ± <0.001	0.053 ± 0.006	0.046 ± <0.001	0.046 ± <0.001	0.062 ± 0.016	0.046 ± 0.000
PCDDF_min	mai sopra soglia	0.007 ± 0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.000 ± 0.000	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001 ± <0.001	0.004 ± 0.004	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.017 ± 0.017	0.000 ± 0.000
PCB_PCDDF_min	<0.001 ± <0.001	0.012 ± 0.009	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.017 ± 0.017	0.000 ± 0.000
NDL_PCB_max	mai sopra soglia					
NDL_PCB_int	mai sopra soglia					
NDL_PCB_min	mai sopra soglia					
Alluminio	0.191 ± 0.108	0.092 ± 0.056	0.03 ± 0.022	0.137 ± 0.038	0.186 ± 0.048	0.393 ± 0.360
Vanadio	mai sopra soglia	0.045 ± 0.007	0.119 ± 0.011	mai sopra soglia	0.016 ± 0.008	0.006 ± 0.001
Ferro	3.217 ± 0.443	3.295 ± 0.726	2.253 ± 0.163	1.774 ± 0.418	1.844 ± 0.400	2.910 ± 0.553
Cobalto	0.006 ± 0.001	0.006 ± 0.001	0.005 ± <0.0001	0.005 ± 0	0.005 ± 0.000	0.006 ± 0.001
Rame	0.779 ± 0.232	0.824 ± 0.12	0.507 ± 0.049	0.494 ± 0.06	0.578 ± 0.152	0.428 ± 0.208
Selenio	0.005 ± 0	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	0.008 ± 0.003	0.012 ± 0.005	0.005 ± 0.000
Molibdeno	0.021 ± 0.004	0.024 ± 0.014	0.052 ± 0.006	0.013 ± 0.003	0.031 ± 0.018	0.012 ± 0.003
Antimonio	0.012 ± 0.004	0.009 ± 0.004	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000				
Piombo	mai sopra soglia	0.009 ± 0.002	0.008 ± 0.003	0.007 ± 0.001	0.007 ± 0.002	0.013 ± 0.002
Cadmio	0.056 ± 0.051	mai sopra soglia	0.007 ± 0.001	0.007 ± 0.002	0.006 ± 0.001	0.005 ± 0.000
Cromo	mai sopra soglia	0.042 ± 0.005	0.064 ± 0.006	0.061 ± 0.004	0.015 ± 0.006	0.028 ± 0.008
Arsenico	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia
Nichel	0.103 ± 0.028	0.12 ± 0.041	0.116 ± 0.023	0.089 ± 0.008	0.079 ± 0.031	0.031 ± 0.026
Manganese	0.358 ± 0.052	0.555 ± 0.089	0.332 ± 0.021	0.272 ± 0.026	0.363 ± 0.091	0.534 ± 0.028
Zinco	2.468 ± 0.549	3.355 ± 1.197	1.905 ± 0.32	1.471 ± 0.282	1.526 ± 0.545	1.804 ± 0.066

Tabella 66. Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nelle prime due campagne di campionamento (fase ante operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Cucurbitacee. Area a maggior impatto.

	camp. 2011	camp. 2012	camp. 2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDDF_max	mai sopra soglia	0.08	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.078	mai sopra soglia
PCB_max	0.013	0.014	0.013	0.013	0.013	0.013
PCDDF_PCB_max	0.092	0.093	0.092	0.092	0.092	0.092
PCDDF_int	mai sopra soglia	0.041	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.039	mai sopra soglia
PCB_int	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
PCB_PCDD_int	0.046	0.048	0.046	0.046	0.046	0.046
PCDDF_min	mai sopra soglia	0.002	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.000	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.000	0.000
PCB_PCDDF_min	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	0.000	0.000
NDL_PCB_max	mai sopra soglia					
NDL_PCB_int	mai sopra soglia					
NDL_PCB_min	mai sopra soglia					
Alluminio	0.128	0.063	0.009	0.122	0.180	0.025
Vanadio	mai sopra soglia	0.041	0.114	mai sopra soglia	0.005	0.005
Ferro	3.005	2.747	2.27	1.62	1.558	2.471
Cobalto	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Rame	0.614	0.748	0.49	0.473	0.476	0.196
Selenio	0.005	0.005	mai sopra soglia	0.005	0.006	0.005
Molibdeno	0.02	0.012	0.057	0.009	0.015	0.009
Antimonio	0.013	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia	0.005				
Piombo	mai sopra soglia	0.008	0.005	0.006	0.005	0.013
Cadmio	0.005	mai sopra soglia	0.007	0.005	0.005	0.005
Cromo	mai sopra soglia	0.039	0.064	0.059	0.011	0.019
Arsenico	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia
Nichel	0.109	0.14	0.103	0.086	0.053	0.005
Manganese	0.402	0.579	0.337	0.271	0.294	0.568
Zinco	2.647	2.58	1.785	1.75	1.377	1.758

Tabella 67. Mediane dei campioni di cucurbitacee. Area a maggior impatto.

	camp. 2011	camp. 2012	camp.2013	camp. 2014	camp.2015	camp.2016
PCDDF_max	mai sopra soglia	0.079 ± 0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_max	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± 0.000	0.014 ± 0.001
PCDDF_PCB_max	0.092 ± <0.001	0.092 ± 0.001	0.092 ± <0.001	0.092 ± <0.001	0.092 ± 0.000	0.093 ± 0.001
PCDDF_int	mai sopra soglia	0.042 ± 0.002	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_int	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± 0.000	0.008 ± 0.001
PCB_PCDD_int	0.046 ± <0.001	0.049 ± 0.002	0.046 ± <0.001	0.046 ± <0.001	0.046 ± 0.000	0.047 ± 0.001
PCDDF_min	mai sopra soglia	0.005 ± 0.003	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.000 ± 0.000	0.002 ± 0.002
PCB_PCDDF_min	<0.001 ± <0.001	0.005 ± 0.003	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.000 ± 0.000	0.002 ± 0.002
NDL_PCB_max	mai sopra soglia					
NDL_PCB_int	mai sopra soglia					
NDL_PCB_min	mai sopra soglia					
Alluminio	0.316 ± 0.08	0.118 ± 0.067	2.013 ± 1.986	0.247 ± 0.1	0.246 ± 0.072	0.246 ± 0.150
Vanadio	mai sopra soglia	0.038 ± 0.01	0.231 ± 0.106	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000	mai sopra soglia
Ferro	2.299 ± 0.233	2.492 ± 0.63	3.07 ± 1.208	1.952 ± 0.342	2.097 ± 0.198	2.465 ± 0.502
Cobalto	0.005 ± 0	mai sopra soglia	0.007 ± 0.001	0.005 ± <0.0001	0.006 ± 0.001	0.006 ± 0.001
Rame	0.424 ± 0.091	0.617 ± 0.163	0.41 ± 0.059	0.454 ± 0.076	0.453 ± 0.083	0.209 ± 0.093
Selenio	0.011 ± 0.004	0.007 ± 0.001	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001	0.007 ± 0.002	0.006 ± 0.001
Molibdeno	0.095 ± 0.074	0.062 ± 0.051	0.051 ± 0.011	0.012 ± 0.001	0.043 ± 0.027	0.055 ± 0.039
Antimonio	0.014 ± 0.005	0.015 ± 0.003	mai sopra soglia	0.005 ± <0.0001	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia					
Piombo	mai sopra soglia	0.008 ± 0.001	0.006 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0.009 ± 0.003	0.010 ± 0.001
Cadmio	0.057 ± 0.052	mai sopra soglia	0.008 ± 0.002	0.006 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0.006 ± 0.001
Cromo	mai sopra soglia	0.036 ± 0.01	0.139 ± 0.078	0.064 ± 0.007	0.014 ± 0.004	0.020 ± 0.001
Arsenico	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.027 ± 0.022	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005 ± <0.0001
Nichel	0.098 ± 0.023	0.12 ± 0.04	0.119 ± 0.015	0.101 ± 0.008	0.105 ± 0.028	0.033 ± 0.028
Manganese	0.336 ± 0.12	0.406 ± 0.154	0.554 ± 0.201	0.292 ± 0.033	0.476 ± 0.177	0.509 ± 0.058
Zinco	2.46 ± 0.432	2.558 ± 0.758	1.434 ± 0.27	1.088 ± 0.251	1.331 ± 0.141	1.731 ± 0.313

Tabella 68. Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nelle prime due campagne di campionamento (fase ante operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Cucurbitacee. Area di controllo.

	camp. 2011	camp. 2012	camp. 2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDDF_max	mai sopra soglia	0.079	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_max	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
PCDDF_PCB_max	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092
PCDDF_int	mai sopra soglia	0.043	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_int	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
PCB_PCDD_int	0.046	0.049	0.046	0.046	0.046	0.046
PCDDF_min	mai sopra soglia	0.007	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.000	0.000
PCB_PCDDF_min	<0.001	0.007	<0.001	<0.001	0.000	0.000
NDL_PCB_max	mai sopra soglia					
NDL_PCB_int	mai sopra soglia					
NDL_PCB_min	mai sopra soglia					
Alluminio	0.281	0.089	0.039	0.111	0.263	0.122
Vanadio	mai sopra soglia	0.033	0.144	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia
Ferro	2.514	1.937	2.08	1.74	1.924	2.052
Cobalto	0.005	mai sopra soglia	0.006	0.005	0.005	0.005
Rame	0.347	0.463	0.426	0.388	0.391	0.115
Selenio	0.01	0.007	mai sopra soglia	0.005	0.005	0.005
Molibdeno	0.022	0.011	0.049	0.012	0.020	0.017
Antimonio	0.015	0.016	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Uranio	mai sopra soglia					
Piombo	mai sopra soglia	0.007	0.006	0.007	0.005	0.010
Cadmio	0.005	mai sopra soglia	0.006	0.005	0.005	0.005
Cromo	mai sopra soglia	0.031	0.065	0.065	0.016	0.020
Arsenico	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005
Nichel	0.11	0.082	0.131	0.104	0.091	0.005
Manganese	0.218	0.278	0.384	0.318	0.343	0.487
Zinco	2.787	2.1	1.46	0.718	1.468	1.435

Tabella 69. Mediane dei campioni di cucurbitacee. Area di controllo.

## Frumento

	camp.2012	camp.2013	camp.2014	camp.2015	camp.2016
PCDDF_max	0.085 ± 0.003	0.079 ± <0.001	mai sopra soglia	0.092 ± 0.014	mai sopra soglia
PCB_max	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± 0.000	0.013 ± 0.000
PCDDF_PCB_max	0.098 ± 0.003	0.092 ± <0.001	0.092 ± <0.001	0.105 ± 0.014	0.092 ± 0.000
PCDDF_int	0.048 ± 0.005	0.04 ± <0.001	mai sopra soglia	0.054 ± 0.015	mai sopra soglia
PCB_int	0.007 ± <0.0001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± 0.000	0.007 ± 0.000
PCB_PCDD_int	0.055 ± 0.005	0.046 ± <0.001	0.046 ± <0.001	0.061 ± 0.015	0.046 ± 0.000
PCDDF_min	0.012 ± 0.007	<0.001 ± <0.001	mai sopra soglia	0.016 ± 0.016	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.001 ± 0.001	0.000 ± 0.000
PCB_PCDDF_min	0.012 ± 0.007	0.001 ± 0.001	<0.001 ± <0.001	0.017 ± 0.016	0.000 ± 0.000
NDL_PCB_max	mai sopra soglia				
NDL_PCB_int	mai sopra soglia				
NDL_PCB_min	mai sopra soglia				
Alluminio	6.19 ± 3.343	2.504 ± 1.435	14.32 ± 3.89	9.540 ± 5.074	11.107 ± 3.350
Vanadio	4.753 ± 2.147	0.28 ± 0.052	0.036 ± 0.009	0.039 ± 0.015	0.044 ± 0.010
Ferro	97.78 ± 32.54	22.97 ± 1.873	40.5 ± 4.271	41.724 ± 5.638	45.767 ± 5.527
Cobalto	0.059 ± 0.027	0.007 ± 0.001	0.015 ± 0.003	0.010 ± 0.003	0.009 ± 0.002
Rame	5.25 ± 0.299	4.731 ± 0.284	3.964 ± 0.204	5.077 ± 0.346	5.914 ± 0.251
Selenio	0.192 ± 0.064	0.169 ± 0.059	0.067 ± 0.016	0.068 ± 0.021	0.196 ± 0.036
Molibdeno	0.46 ± 0.085	1.069 ± 0.254	0.524 ± 0.11	0.578 ± 0.162	0.575 ± 0.084
Antimonio	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005 ± <0.001	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000
Uranio	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005 ± <0.001	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001
Piombo	0.04 ± 0.015	0.01 ± 0.002	0.025 ± 0.003	0.008 ± 0.003	0.023 ± 0.004
Cadmio	0.062 ± 0.012	0.046 ± 0.011	0.032 ± 0.007	0.024 ± 0.008	0.047 ± 0.004
Cromo	0.772 ± 0.522	0.124 ± 0.04	0.323 ± 0.105	0.052 ± 0.019	0.128 ± 0.025
Arsenico	0.015 ± 0.008	0.022 ± 0.016	0.006 ± 0.001	0.006 ± 0.001	0.011 ± 0.002
Nichel	0.086 ± 0.057	0.176 ± 0.019	0.279 ± 0.062	0.200 ± 0.037	0.255 ± 0.039
Manganese	48.9 ± 10.32	17.22 ± 1.465	20.28 ± 1.725	31.016 ± 3.293	29.137 ± 2.632
Zinco	33.833 ± 2.056	30.31 ± 2.396	23.24 ± 2.135	40.126 ± 2.135	38.177 ± 2.896

Tabella 70. Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nella prima campagna di campionamento (fase ante operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Frumento. Dati in forma aggregata.

	camp. 2012	camp. 2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDDF_max	0.081	0.078	mai sopra soglia	0.078	mai sopra soglia
PCB_max	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
PCDDF_PCB_max	0.094	0.092	0.092	0.092	0.092
PCDDF_int	0.044	0.039	mai sopra soglia	0.039	mai sopra soglia
PCB_int	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
PCB_PCDD_int	0.05	0.046	0.046	0.046	0.046
PCDDF_min	0.007	<0.001	mai sopra soglia	<0.001	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB_PCDDF_min	0.007	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
NDL_PCB_max	mai sopra soglia				
NDL_PCB_int	mai sopra soglia				
NDL_PCB_min	mai sopra soglia				
Alluminio	2.670	0.220	14.450	3.176	6.481
Vanadio	2.735	0.219	0.038	0.020	0.032
Ferro	62.805	22.5	40.65	36.521	45.585
Cobalto	0.036	0.007	0.014	0.008	0.006
Rame	4.929	4.44	4.05	4.915	6.071
Selenio	0.179	0.12	0.064	0.039	0.202
Molibdeno	0.416	1.1	0.485	0.430	0.582
Antimonio	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.005
Uranio	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.005
Piombo	0.028	0.009	0.022	0.005	0.021
Cadmio	0.052	0.032	0.024	0.015	0.048
Cromo	0.31	0.082	0.197	0.032	0.102
Arsenico	0.005	0.005	0.005	0.005	0.010
Nichel	0.005	0.163	0.204	0.157	0.235
Manganese	42.1	18.05	21.1	30.772	28.713
Zinco	35.75	31.095	23.2	40.188	38.459

Tabella 71. Mediane dei campioni di frumento. Dati in forma aggregata.

	camp.2012	camp.2013	camp.2014	camp.2015	camp.2016
PCDDF_max	0.087 ± 0.006	0.078 ± <0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_max	0.013 ± <0.001	0.014 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± 0.000	0.013 ± 0.000
PCDDF_PCB_max	0.1 ± 0.006	0.092 ± <0.001	0.092 ± <0.001	0.092 ± 0.000	0.092 ± 0.000
PCDDF_int	0.053 ± 0.009	0.039 ± <0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_int	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± 0.001	0.007 ± 0.000
PCB_PCDD_int	0.059 ± 0.009	0.046 ± <0.001	0.046 ± <0.001	0.046 ± 0.001	0.046 ± 0.000
PCDDF_min	0.019 ± 0.012	<0.001 ± <0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.001 ± 0.001	0.000 ± 0.000
PCB_PCDDF_min	0.019 ± 0.012	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0.001 ± 0.001	0.000 ± 0.000
NDL_PCB_max	mai sopra soglia				
NDL_PCB_int	mai sopra soglia				
NDL_PCB_min	mai sopra soglia				
Alluminio	8.525 ± 5.965	2.867 ± 2.291	13.15 ± 6.926	14.012 ± 9.996	12.162 ± 4.371
Vanadio	6.108 ± 3.472	0.248 ± 0.034	0.033 ± 0.017	0.038 ± 0.025	0.049 ± 0.014
Ferro	106.93 ± 45.228	26.49 ± 2.329	38.78 ± 8.09	48.886 ± 10.078	47.829 ± 5.969
Cobalto	0.082 ± 0.047	0.009 ± 0.001	0.017 ± 0.005	0.014 ± 0.005	0.010 ± 0.003
Rame	5.442 ± 0.55	5.33 ± 0.35	3.843 ± 0.167	4.588 ± 0.396	6.273 ± 0.150
Selenio	0.133 ± 0.048	0.11 ± 0.0199	0.065 ± 0.017	0.047 ± 0.023	0.227 ± 0.059
Molibdeno	0.392 ± 0.067	0.974 ± 0.214	0.498 ± 0.165	0.313 ± 0.077	0.420 ± 0.095
Antimonio	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005 ± <0.0001	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000
Uranio	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001	mai sopra soglia	0.006 ± 0.001
Piombo	0.049 ± 0.029	0.013 ± 0.004	0.026 ± 0.007	0.011 ± 0.006	0.027 ± 0.006
Cadmio	0.064 ± 0.02	0.043 ± 0.017	0.02 ± 0.002	0.009 ± 0.004	0.047 ± 0.002
Cromo	1.306 ± 1.012	0.097 ± 0.014	0.317 ± 0.169	0.067 ± 0.039	0.164 ± 0.040
Arsenico	0.009 ± 0.004	0.006 ± 0.0005	0.006 ± 0.001	0.007 ± 0.002	0.012 ± 0.004
Nichel	0.119 ± 0.114	0.165 ± 0.008	0.265 ± 0.083	0.211 ± 0.060	0.207 ± 0.017
Manganese	51.1 ± 9.506	18.97 ± 0.678	22.53 ± 1.143	36.922 ± 3.636	32.801 ± 3.119
Zinco	34.5 ± 1.861	35.29 ± 1.913	20.1 ± 1.806	38.068 ± 2.820	37.434 ± 3.968

Tabella 72. Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nella prima campagna di campionamento (fase ante operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Frumento. Area a maggior impatto.

	camp. 2012	camp. 2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDDF_max	0.082	0.078	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_max	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
PCDDF_PCB_max	0.095	0.092	0.092	0.092	0.092
PCDDF_int	0.046	0.039	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_int	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
PCB_PCDD_int	0.052	0.046	0.046	0.046	0.046
PCDDF_min	0.009	<0.001	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia
PCB_min	<0.001	<0.001	<0.001	0.000	0.000
PCB_PCDDF_min	0.009	<0.001	<0.001	0.000	0.000
NDL_PCB_max	mai sopra soglia				
NDL_PCB_int	mai sopra soglia				
NDL_PCB_min	mai sopra soglia				
Alluminio	4.65	0.867	8.8	4.758	10.196
Vanadio	4.166	0.229	0.023	0.017	0.041
Ferro	80.02	25.11	33.2	44.316	43.688
Cobalto	0.055	0.008	0.016	0.011	0.008
Rame	4.92	5.37	3.85	4.460	6.259
Selenio	0.178	0.12	0.064	0.035	0.219
Molibdeno	0.344	1.14	0.447	0.323	0.381
Antimonio	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.005
Uranio	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	0.005
Piombo	0.04	0.013	0.022	0.005	0.028
Cadmio	0.051	0.029	0.02	0.005	0.048
Cromo	0.614	0.083	0.197	0.032	0.158
Arsenico	0.005	0.005	0.005	0.005	0.010
Nichel	0.005	0.163	0.213	0.215	0.208
Manganese	47.4	18.9	21.9	37.797	31.498
Zinco	36	35.415	20	40.008	38.459

Tabella 73. Mediane dei campioni di frumento. Area a maggior impatto.

	camp.2012	camp.2013	camp.2014	camp.2015	camp.2016
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	0.082 ± 0.004	0.079 ± 0.001	mai sopra soglia	0.106 ± 0.028	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± <0.001	0.013 ± 0.000	0.013 ± 0.000
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	0.096 ± 0.004	0.092 ± 0.001	0.092 ± <0.001	0.119 ± 0.027	0.092 ± 0.000
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	0.044 ± 0.005	0.04 ± 0.001	mai sopra soglia	0.069 ± 0.030	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± <0.001	0.007 ± 0.001	0.007 ± 0.000
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	0.051 ± 0.005	0.047 ± 0.001	0.046 ± <0.001	0.076 ± 0.030	0.046 ± 0.000
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	0.006 ± 0.006	0.001 ± 0.001	mai sopra soglia	0.033 ± 0.033	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	<0.001 ± <0.001	<0.001 ± <0.001	0 ± <0.001	0.001 ± 0.001	0.000 ± 0.000
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	0.006 ± 0.006	0.001 ± 0.001	0 ± <0.001	0.033 ± 0.032	0.000 ± 0.000
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	mai sopra soglia				
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	mai sopra soglia				
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	mai sopra soglia				
Al (mg/Kg)	3.854 ± 3.849	2.142 ± 2.067	15.5 ± 4.661	5.068 ± 2.630	10.053 ± 5.703
V (mg/Kg)	3.398 ± 3.024	0.311 ± 0.105	0.039 ± 0.011	0.041 ± 0.020	0.039 ± 0.015
Fe (mg/Kg)	88.632 ± 56.247	19.45 ± 1.641	42.23 ± 4.205	34.563 ± 3.547	43.705 ± 10.202
Co (mg/Kg)	0.037 ± 0.029	0.006 ± 0.0009	0.014 ± 0.004	0.007 ± 0.002	0.009 ± 0.003
Cu (mg/Kg)	5.059 ± 0.326	4.133 ± 0.128	4.085 ± 0.396	5.566 ± 0.494	5.554 ± 0.430
Se (mg/Kg)	0.251 ± 0.121	0.227 ± 0.115	0.069 ± 0.029	0.088 ± 0.034	0.166 ± 0.045
Mo (mg/Kg)	0.528 ± 0.165	1.164 ± 0.498	0.55 ± 0.169	0.844 ± 0.263	0.731 ± 0.089
Sb (mg/Kg)	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005 ± 0.000
U (mg/Kg)	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005 ± <0.0001	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Pb (mg/Kg)	0.031 ± 0.016	0.007 ± 0.0007	0.024 ± 0.003	mai sopra soglia	0.019 ± 0.005
Cd (mg/Kg)	0.059 ± 0.017	0.048 ± 0.015	0.045 ± 0.011	0.039 ± 0.010	0.047 ± 0.008
Cr (mg/Kg)	0.237 ± 0.232	0.151 ± 0.082	0.329 ± 0.151	0.036 ± 0.010	0.093 ± 0.023
As (mg/Kg)	0.021 ± 0.016	0.038 ± 0.032	0.006 ± 0.001	0.005 ± 0.000	0.010 ± 0.003
Ni (mg/Kg)	0.052 ± 0.047	0.187 ± 0.038	0.294 ± 0.105	0.190 ± 0.054	0.304 ± 0.073
Mn (mg/Kg)	46.7 ± 20.913	15.47 ± 2.742	18.03 ± 3.033	25.110 ± 3.761	25.474 ± 3.694
Zn (mg/Kg)	33.167 ± 4.151	25.34 ± 2.578	26.38 ± 3.383	42.184 ± 3.239	38.920 ± 4.798

Tabella 74. Medie ed errori standard di diossine (PCDD/ furani (PCDF), poli cloro bi-fenili diossina-simili (DL-PCBs), poli cloro bi-fenili non diossina-simili (NDL-PCBs) e metalli nelle prime due campagne di campionamento (fase ante operam) e nelle campagne post operam 2013-2016. Frumento. Area di controllo.

	camp. 2012	camp. 2013	camp. 2014	camp. 2015	camp. 2016
PCDD/Fs lim. sup. (ng/Kg)	0.078	0.078	mai sopra soglia	0.078	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. sup. (ng/Kg)	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092
PCDD/Fs lim. int. (ng/Kg)	0.039	0.039	mai sopra soglia	0.039	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. int. (ng/Kg)	0.046	0.046	0.046	0.047	0.046
PCDD/Fs lim. inf. (ng/Kg)	<0.001	<0.001	mai sopra soglia	<0.001	mai sopra soglia
DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCDD/Fs+DL-PCBs lim. inf. (ng/Kg)	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	<0.001
NDL-PCBs lim. sup (ng/Kg)	mai sopra soglia				
NDL-PCBs lim. int (ng/Kg)	mai sopra soglia				
NDL-PCBs lim. inf (ng/Kg)	mai sopra soglia				
Al (mg/Kg)	0.005	0.111	16.55	3.173	5.691
V (mg/Kg)	0.4	0.209	0.04	0.025	0.030
Fe (mg/Kg)	35.191	19.65	44.45	33.348	45.585
Co (mg/Kg)	0.008	0.006	0.014	0.005	0.006
Cu (mg/Kg)	4.937	4.145	4.295	5.398	5.573
Se (mg/Kg)	0.179	0.171	0.056	0.086	0.152
Mo (mg/Kg)	0.488	0.814	0.516	0.865	0.707
Sb (mg/Kg)	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005
U (mg/Kg)	mai sopra soglia	mai sopra soglia	0.005	mai sopra soglia	mai sopra soglia
Pb (mg/Kg)	0.015	0.007	0.023	mai sopra soglia	0.016
Cd (mg/Kg)	0.052	0.052	0.052	0.046	0.047
Cr (mg/Kg)	0.005	0.07	0.226	0.032	0.078
As (mg/Kg)	0.005	0.006	0.006	0.005	0.010
Ni (mg/Kg)	0.005	0.186	0.201	0.156	0.291
Mn (mg/Kg)	36.6	14.315	17.05	23.405	24.182
Zn (mg/Kg)	35.5	25.85	28.6	42.439	38.957

Tabella 75. Mediane dei campioni di frumento. Area di controllo.